63
Cr$ 20,00

Revista

ELETRÔNICA

TELECOMUNICAÇÕES — MEDIDORES SELETIVOS

SIRENE AUTOMÁTICA DE 2 TONS

FONTE DE ALIMENTAÇÃO 1,5 a 12 V X 1A

CIRCUITOS IMPRESSOS — CUIDADOS AO PROJETAR

AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 10 W P/ AUTO

Manaus, Santarém, Rio Branco, Boa Vista, Alta... Macapá e Porto Velho (via aérea) Cr$ 26,00

Revista
ELETRÔNICA

Nº 63
OUTUBRO
1977

SABER

diretor superintendente: EDITORA SABER LTDA

diretor administrativo: Savério Fittipaldi

diretor de produção: Élio Mendes de Oliveira

Helio Fittipaldi

REVISTA SABER ELETRÔNICA

diretor técnico: Newton C. Braga

gerente de publicidade: J. Luiz Cazarim

serviços gráficos: W. Roth & Cia. Ltda

distribuição nacional: ABRIL. S.A Cultural e Industrial

diretor responsavel: Élio Mendes de Oliveira

Revista Saber ELETRÔNICA é uma publicação mensal da Editora Saber Ltda.

REDAÇÃO ADMINISTRAÇÃO E PUBLICIDADE
Av. Dr. Carlos de Campos, nº 275/9
03028 - S. Paulo - SP.
Tel 93-1497

CORRESPONDÊNCIA
Endereçar à
REVISTA SABER ELETRÔNICA
Caixa Postal 50450
03028 - S. Paulo - SP.

sumário

Amplificador Estéreo de 30 Watts para Auto 2
Sirene Automática de 2 Tons 16
Rádio Controle-XI 25
Telecomunicações - Medidores Seletivos 31
Circuitos Integrados - Fabricação e Funcionamento - II (conclusão) 37
ASSINATURAS - Atenção 46
Fonte de Alimentação para Bancada de 1,5 a 12 Volts x 1 Ampère 47
Operadores Lógicos - Características-II (conclusão) 53
Circuitos Impressos - Cuidados ao Projetar 60
Curso de Eletrônica - Lição 18 65

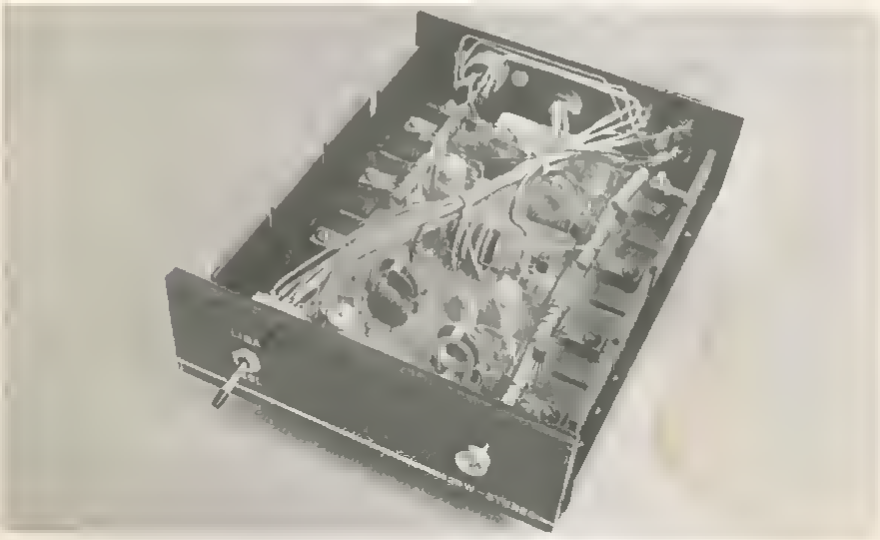
TIRAGEM: 66.000 exemplares

CAPA: Protótipo do Amplificador Estéreo de 30 Watts para auto.

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores.
É totalmente vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, sob pena das sanções legais, salvo mediante autorização por escrito da Editora

NUMEROS ATRASADOS: Pedidos à Caixa Postal 50 450 — São Paulo, ao preço da última edição em banca mais despesas de postagem. SOMENTE A PARTIR DO NUMERO 46 (ABRIL/76).

AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 30 WATTS PARA AUTO



JOSÉ CARLDS J. TELLES E ADILSON AMÉRICO DE SOUZA

Em virtuda de haver um granda interassa por parte dos que gostam de "curtir" um som, am aumanter a potância dos toca fitas e receptores da FM instalados nos automóveis, resolvemos construir e publicar neste artigo um amplificador estéreo de 15 Wetts por canal, de simplas conatrução, baixo custo e fácil instalação nos carroa.

O amplificador em foco, tem seu estágio de saída montado am ponta.Embora eate tipo de montagam não eeja novidada, achamos que seria bom explicarmos o seu funcionamento para os que ainda não o conhecam.

Em principio para melhor entendarmos, vamos imaginar dois amplificadores classa B montados um de frente para o outro, aendo que, uma carga (RL) comum aos dois aatá ligada am suas saidas. (Ver esquema da Figura 1)

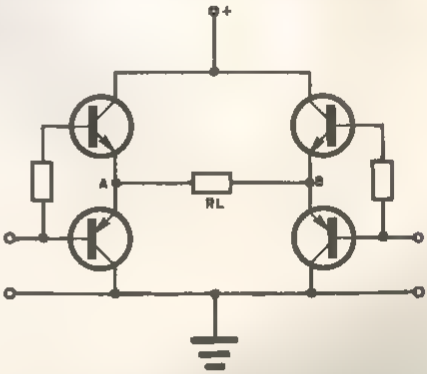


Fig. 1 - Diagrama esquemático do estágio da saída da um amplificador am ponte.

Quando am repouso, em virtude dos doia circuitos serem identicos e estarem

ligados na meama fonte, vamos notar que o nível de tensão nos pontoa A e 8 é o mesmo não havendo assim corrante através da cargs (RL).

Quando excitados os amplificsdorea, o sinal da áudio aplicado às bases dos transistoras de saída dos mesmos aparece em contra-fase, conforma obsarva-se nos diagramaa ds figurs 2. Assim sendo, anquanto o potencial na saída A desloca-se para um lado (na figura 2(s) lado positivo), o potencial na aaída 8 vai para o outro lsdo (na mesma figura 2(a) lado nagativo) havando dessa forma, uma diferença de potencial sobre a carga (RL) igual ao dobro do que saria um só amplificsdor.

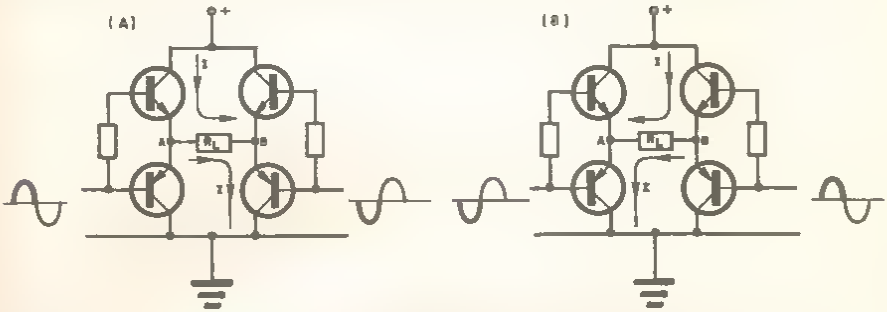


Fig. 2 - Diagrama dos fluxos da corrantas através dos transistoras e carga (a) semi-ciclo positivo nas bases Amp. A. (b) semi-ciclo nagstivo nas bases Amp. A.

De acordo com o já exposto acima, a potência sobre a carga sará quadruplicada conforme será demonstrado a seguir:

Para tornar mais clara a nossa demonstração, vamoa eplicsr valores numéricos primeiramanta à fórmula usada para o cálculo da potência máxima fornecida por um amplificador em classe 8 e am seguida, por um smplificador montado em ponte usando naturalmente psra os dois casoa, o mesmo nível de tenaão de slimantação e o mesmo valor de cargs (RL). Assim sando, vamos considerar s tansão da alimentação como 12 Vcc. a cargs (RL) 4 Ω e os raaiatoraa da amissor (RE) 0,2 Ω .

Para o cálculo ds potência fornacida pelo amplificador classe 8 temos:

$$P_{max.} = \frac{(V_{cc})^2}{8\ (R_L + R_E)} \longrightarrow \frac{12^2}{8\ (4 + 0{,}2)} =$$

$$= \frac{144}{33{,}6} \simeq 4{,}2\ W$$

Calculando a potência fornecids palo amplificsdor em ponta temos:

$$P_{max.} = \frac{(2\ V_{cc})^2}{8(R_L + 2R_E)} \longrightarrow \frac{4\ (12)^2}{8\ (4 + 2 \times 0{,}2)} =$$

$$= \frac{576}{35{,}2} \simeq 16{,}3\ W$$

Nota:- Os valoraa usados na demonstração acima, são os mesmos do nosso csso. É importante lembrsr que naa fórmulas vistas nos axamploa não são considerados certoa fatores como por examplo: tansêo de joelho dos transistores, não uniformidade naa caractaríaticss doa tranaistoraa atc... que se considarados, fazem com que a potência da aaída aeja menor qua a calculada. Por eaas rezão, não foram obtidos os 16 Watts na saída mais sim 15 Watts.

Com relação à inversão de fasa do sinal a fim da consegui-lo am contra fase naa bases dos tranaistorea doa amplificadoraa, no noaao caso foi usado um tranaiator para

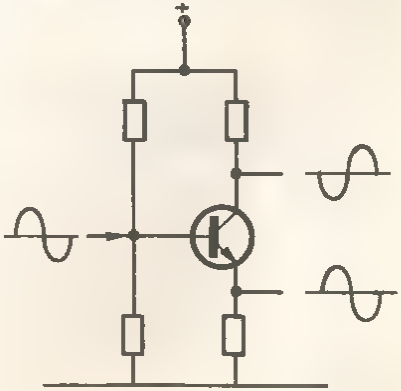


Fig. 3 - Diagrama esquemático de um circuito inversos de fase.

desempenhar essa função tendo sido aplicado em sua base o sinal de áudio e retirado ao mesmo tempo no emissor e coletor do mesmo. (Ver diagrama de figure 3).

Concluindo a nosse explicação epresentemos um diagrame de blocos do conjunto (figura 4) onde se pode visualizar o funcionamento do amplificador em ponte.

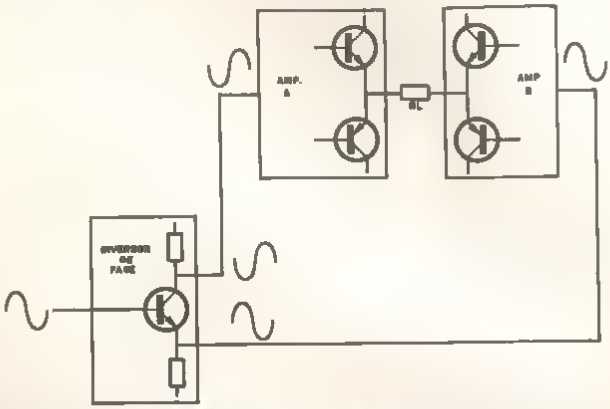


Fig. 4 - Diagrama de blocos do amplificador em ponte.

VANTAGENS DO CIRCUITO EM PONTE

1º) Exige tensões de elimenteção bem mais baixas qua usadas em amplificadores classe B com a mesma potência.

2º) Não axige fontes reguladas em virtude dos transistores de saída trabalharem em oposição de fase, com isso, a tensão de "Ripple" é anulada.

3º) Têm dimensões menores

4º) Dispensa o capacitor de acoplamento entre o amplificador e a carga normalmente usados nos amplificadores classe B

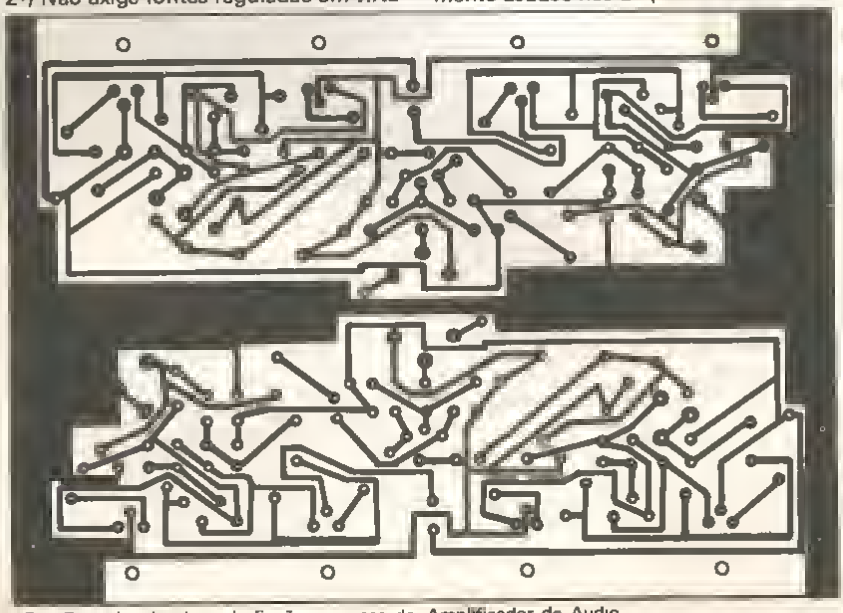


Fig. 5 - Desenho da placa de fiação impressa do Amplificador de Audio.

MONTAGEM DO AMPLIFICADOR

A construção do amplificador deve ser iniciadepele confecção de plece de circuito impresso que mede 1D cm x 14 cm. Veja no desenho de figure 5 a fiação impreaee da place. O treçedo dos caminhoe deverá ser feito com muita atenção e fim de ee evitar curto circuito entre eles.Como sugestão, recomendamos que teis caminhos, sejam feitos com edesivos próprios pare confecção de impressos tipo "Decedry".Notem que o desenho do impresso é simétrico; isto foi feito pare que o montador que desejer monter um só emplificedor tenhe fecilidede em fazê-lo cortando a pleca ao meio.

Depois de confeccioneda e plece, deverão ser feitos os 8 dissipedores dos transistores de seíde em elumínio de 1,5 mm de espessure. As medidas dos mesmos estão nos desenhos da figure 6. Depois de construídos, os dissipedores deverão ser pintedos de preto fosco. É importente lembrer, que e tinte deverá ser respada no luger onde for colocado o trensistor pera que o mesmo tenha um bom conteto térmico.

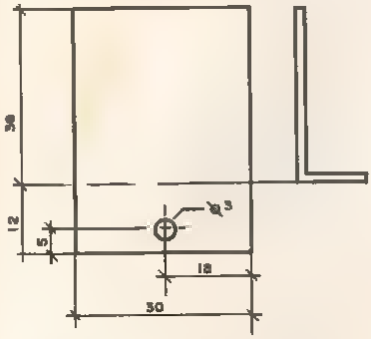


Fig. 6 – Dimensões do dissipador dos transistores de saída.

Com a pleca impresse e dissipadores prontoa, poderá ser inicieda a montagem dos componentes. Esta etapa poderá ser inicieda pele coloceção dos transistores de seide com seus dissipedores. Aconselhemos neste caso, usar paste de silicone entre os trensistores e dissipedores pere um melhor contato térmico. Veje os detelhes desta primeire parte de montegem na figura 7.

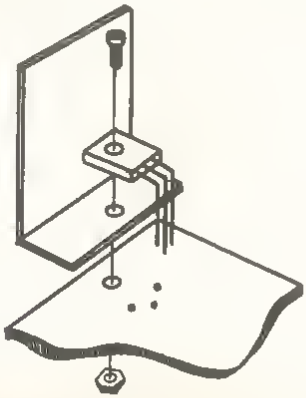


Fig. 7 – Vista da montagem do transistor da saída em seu dissipador.

Fixados os trensistores de saíde, a montagem poderá aer prosseguide etravés da colocação dos demeis componentee. Observe que preticemente todes ee peçes deverão eer colocedes ne posição vertical. Após terem sido montedoe todos os componentes, deverão ser colocados os fios de ligação. Os fioe deverão ser do tipo flexível, bitole 24 AWG os quais econselhemos colocar com eproximedamente 2D cm de comprimento. Veja no desenho de figure 8 a posição dos componentes na place.

CONSTRUÇÃO DA CAIXA

A ceixe do nosso emplificedor foi dividide em três pertes: base, tempe e suporte de fixeção. Todes es peçes deverão ser confeccionadas em elumínio de 1,5 mm de espessure. Antes de aer iniciade e construção das pertes de ceixa, econselhamoa que o artigo seja lido eté o fim em virtude de hever duas sugestões nosaae com relação à comuteção dos elto-felentes, hevendo em função disso dimensões e fureções diferentes na ceixe.

Uma vez lido o ertlgo eté o fim e escolhida a sugestão, inicie a construção das

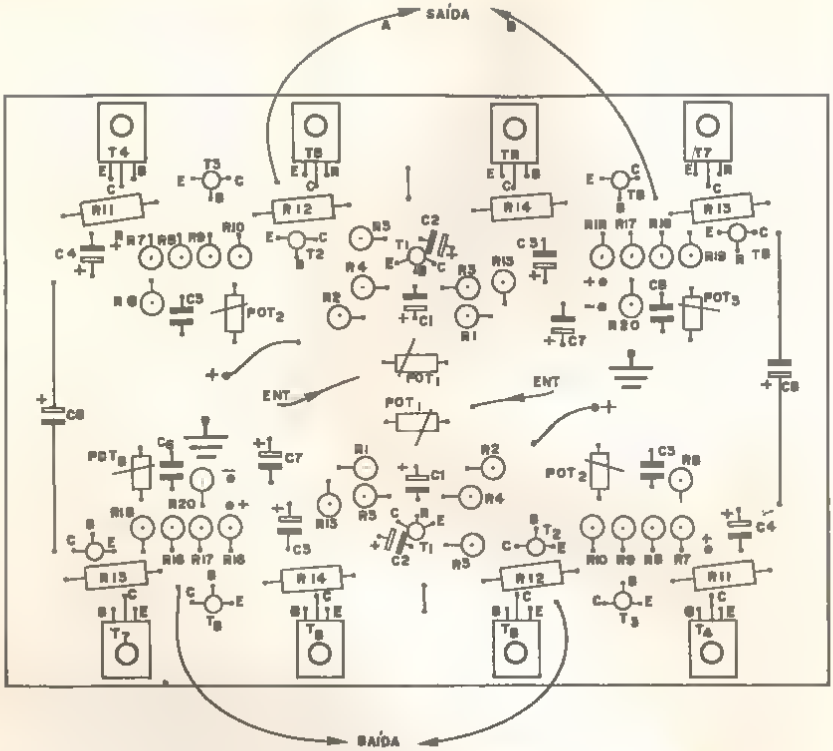


Fig. 8 - Vista dos componentes sobre a placa da fiação impressa

partes da caixa verificando as dimensões e furacões nos desenhos que seguem.

Feitas as peças da caixa davará ser procedida a pintura da mesma que sugerimos ser cor prato fosco.

Com tudo isso feito, resta somente a confecção do painel que deverá ser de acrílico "fumê" sendo as inscrições feitas com letras tipo "Dacadry" ou "Latrasat" a postariormente protegidas com uma camada de verniz incolor. Neste caso aconselhamos que o varniz incolor saja do tipo "Spray". Obsarva as medidas e furações nos desenhos das figuras qua seguem.

SUGESTÕES PARA MONTAGEM DA COMUTAÇÃO DOS ALTO-FALANTES

No protótipo por nós construldo, a comutação dos alto-falantes antra o amplificador original do toca-fitas e o nosso amplificador, é feita através de um relê tipo miniatura o qual é comandado por uma pequana chave instalada no painal. Em virtude desta solução ser cara pois é necessário adquirir o relê com soquete além da chave, fazemos aqui uma segunda sugestão meis econômica onde no lugar do relê mais chave é usada uma chava de 2 posições e 8 sacções (tipo chave de ondas).

Relê: 12 V

Entretanto, am função desta segunda sugestão tivemos que alterar as dimensões da caixa para permitir a colocação da chave da onda.

Assim sando, o laitor terá que optar por uma das sugestões antes de começar a construção da caixa e painel.

MONTAGEM DA FIAÇÃO

Antes da comaçar a montegam da fiação é necessário prendar a placa Impressa à base da caixa através de quatro parafusos a porcas. Ouatro distanciadores de 5 mm. da altura deverão ser intarcalados entre a placa e a base e fim de evitar que

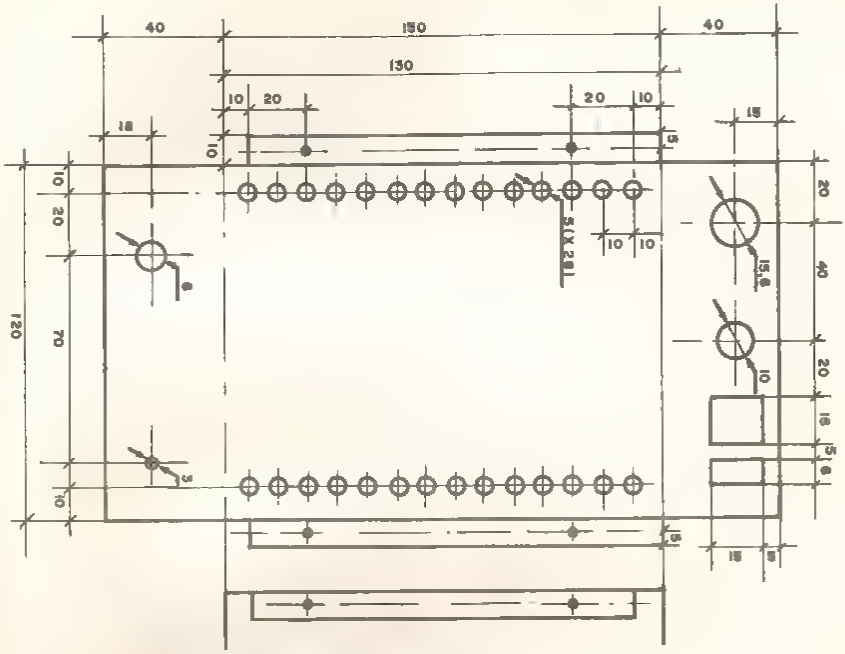


Fig. 9 - Medidas a furações da base da caixa (sugestão Ralé).

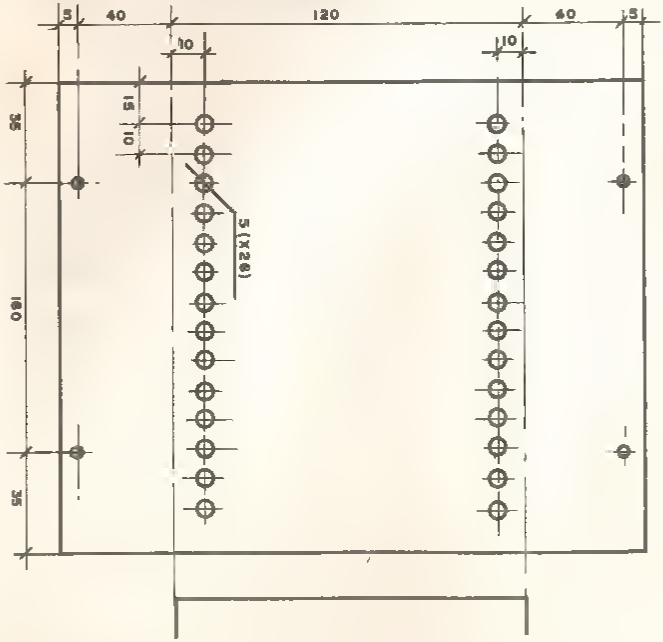


Fig 10 - Medidas a furações da tampa da caixa (sugestão Ralé).

Fig. 11 - Medidas e furações da base da caixa (sugestão chave de onda) Nota.- A tampa da caixa para a sugestão "chave de onda" é igual à mostrada na fig.10 havendo como diferença somente as medidas das laterais que no caso é 1 cm. maior que a anterior

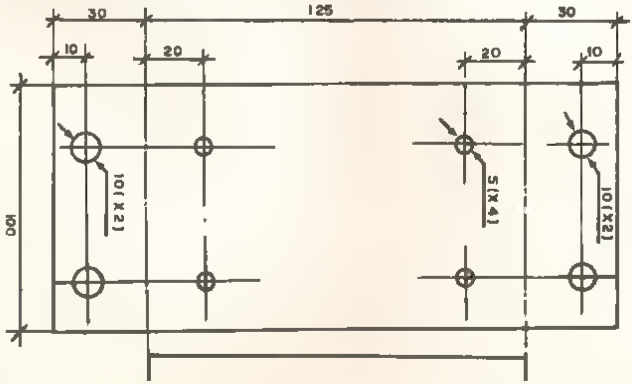


Fig 12 - Medidas e furações do suporte da caixa.

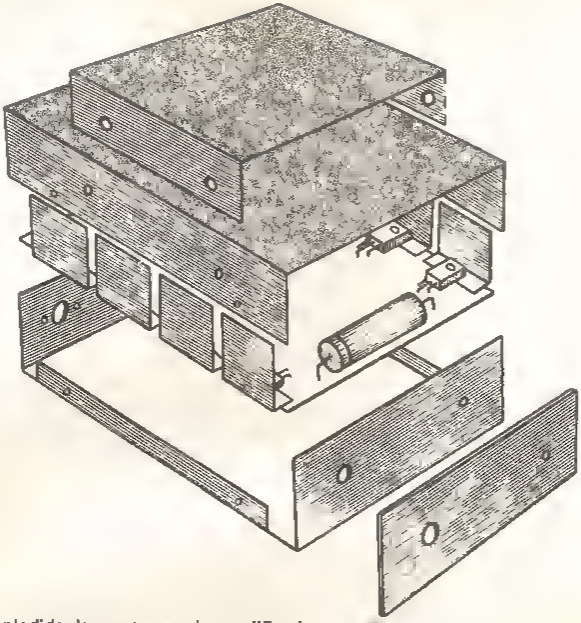


Fig. 13 - Vista explodida da montagem do simplificador na caixa

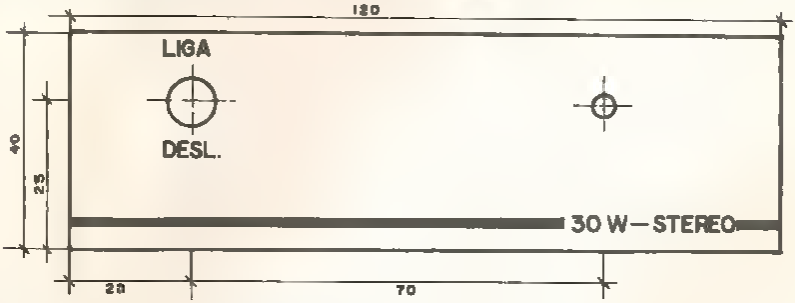


Fig 14 - Medidas, furações e inscrições do painel de acrílico (sugestão "Reiê").

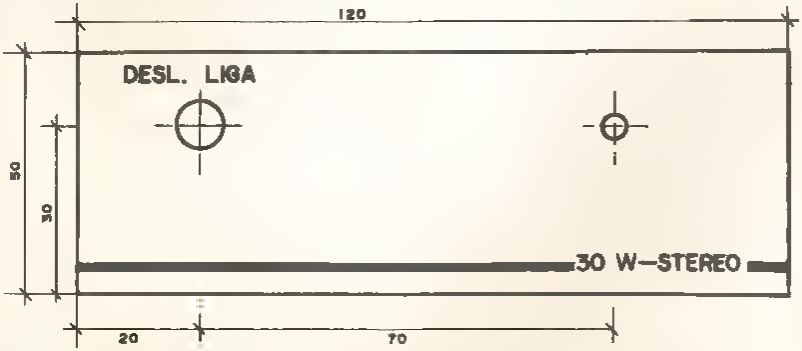


Fig. 15 - Medidas, furações e inscrições do painel de acrílico (sugestão chave de ondas)

os pontos de solda da placa dêem contato com o fundo da caixa. Davarão ser fixados também, a chave, o soquete do relê, a tomada "DIN", a borracha de passagem dos fios a o diodo "Led". (Observe a polaridade na ligação deste último)

Uma vez tudo montado poderá ser procedida a montagem da fiação seguindo o esquema da figura 16 se foi escolhida a sugestão "ralê". Entretanto se foi escolhida a sugestão "chave de onda" substitua os contatos da chave mais os do relê pelos contatos da chave de onda.

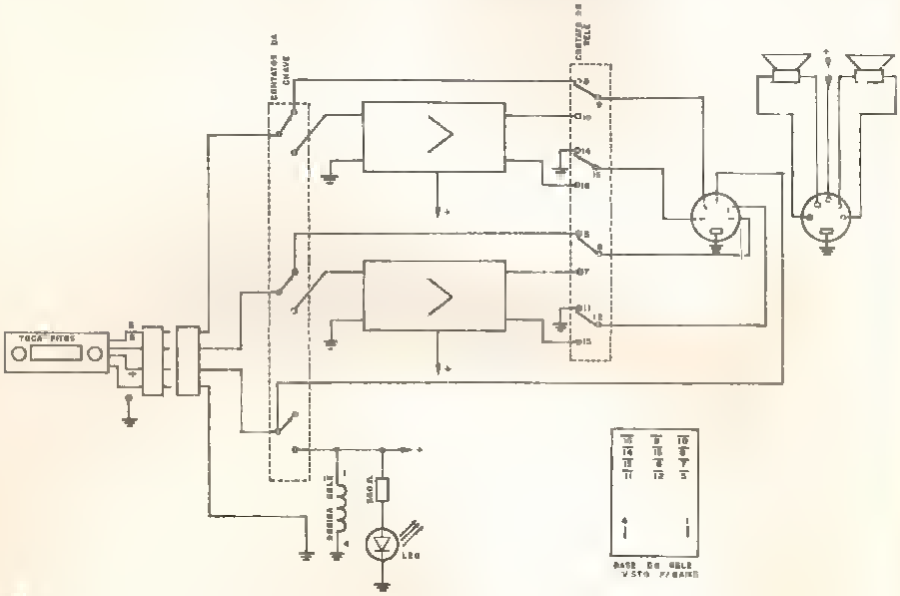


Fig 16 - Circuito da fiação dos amplificadoras (sugestão Ralê).

AJUSTE DO AMPLIFICADOR

O ajuste daste amplificador é bastante fácil bastando para tal o leitor dispor de um simples multímetro.

Inicialmente, alimante o amplificador com uma fonte de 12 Vcc.

Em saguida, ligue o voltímetro entre a massa e a saída de um dos amplificadores classe B (ver esquema da figura 17). Uma vez ligado a voltímetro, ajuste o "trim-pot" (Pot1 ou Pot 2 dependando do amplificador que está am ajuste) para que a tensão observada no instrumento saja axatamente a metade da tensão da fonte (no caso 6Vcc).

Complete o ajuste fazendo o mesmo procedimento para o outro amplificador.

Obs: Durante o ajuste a carga não deverá ser ligada no amplificador.

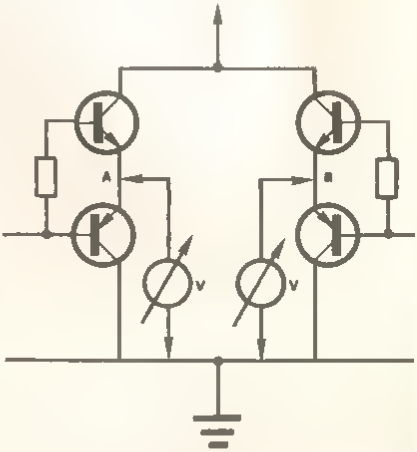


Fig 17 - Esquema para medida a ajuste do amplificador am ponta.

LISTA OE MATERIAIS

RESISTORES

R1	82 kΩ	1/8W
R2	47 kΩ	1/8 W
R3	1 kΩ	1/8 W
R4	1 kΩ	1/8 W
R5	3,9 kΩ	1/8 W
R6	22 kΩ	1/8 W
R7	68Ω	1/8 W
R8	22Ω	1/8 W
R9	100Ω	1/8 W
R10	220Ω	1/8 W
R11	0,22Ω	1 W
R12	0,22Ω	1 W
R13	3,9 kΩ	1/8 W
R14	0,22Ω	1 W
R15	0,22Ω	1 W
R16	68 Ω	1/8 W
R17	22Ω	1/8 W
R18	100Ω	1/8 W
R19	220Ω	1/8W
R20	22 kΩ	1/8W
R21	880Ω	1/5 W

TRIM-POT

Pot 1 - 1 kΩ
Pot 2 - 3,9 kΩ
Pot 3 - 3,9 kΩ

CAPACITORES

C1	4,7 µF	63 V	Elatrolítico
C2	4,7 µF	83 V	Eletrolitico
C3	100 pF	100 V	Cerâmico
C4	100 µF	16 V	Eletrolítico
C5	100 µF	16 V	Eletrolitico
C8	100 pF	16 V	Cerâmico
C7	4,7 µF	63 V	Eletrolítico
C8	470 µF	25 V	Eletrolítico

TRANSISTORES

T1 8C238
T2 8C338
T3 8C238
T4 BO433
T5 8O434
T6 BO433
T7 8O434
T8 8C238
T9 8C338

OIVERSOS

Led - Vermelho

	Quant.
* Relê - Tipo miniatura c/ 4 secções	1
Reversívais - Tensão da operação 12 Vcc c/ soquete	1
* Chave de Alavanca - 3 secções reversívais	1
Tomada "OIN" - Conjunto macho a fêmea	1
Borracha - passanta	1
** Chava - 2 posições - 8 sacções - tipo chave de onda	1
**Botão - pequeno	1

* Peças usadas por nossa sugestão "Relê"
** Paças usadas por nosaa sugestão "chave de onda"

Nota: Para montagem do amplificador estérao é necessário o dobro das peças discriminadas na lista de material, com axceção do resistor R21 (limitador de corrente do Led) a dos componentas citados no item Oivarsos.

MONTAGEM OO AMPLIFICAOOR NO CARRO

O amplificador foi projatado para ser instalado sob o painel dos automóveis. Assim sendo, inicialmenta deverá sar fixado o suporte ambaixo do painel e em seguida a caixe do amplificador no suporte.

A fixação da caixa do amplificador no suporte deverá ser faita com quatro parafusos auto-atarrachantes qua deverão passar através das borrachas passantes previamante colocadas nos furos laterais do suporte. (Var detalhes na Fig. 19).

A alimentação para o amplificador e toca-fitas deverá sar feita através do pino central da tomada "OIN" (ver figura 16). A conexção antre o amplificador e o toca-fitas podará ser feita com a própria tomada comumente usada nos mesmos.

Importanta:- Não ligue à massa um dos lados do alto-falante. Se isto for feito, estará aterrada a saida de um dos amplificadores classe 8 podando naste caso danificá-lo.

Finalizando, apresentamos algumas características do amplificador através dos gráficos das figuras 20 a 21.

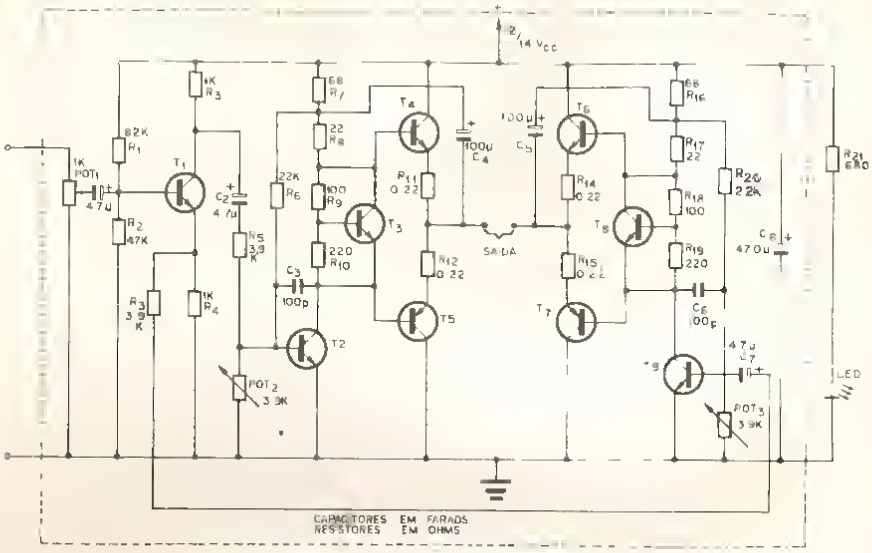


Fig. 18 - Diagrama asquamático do amplificador am Ponta.

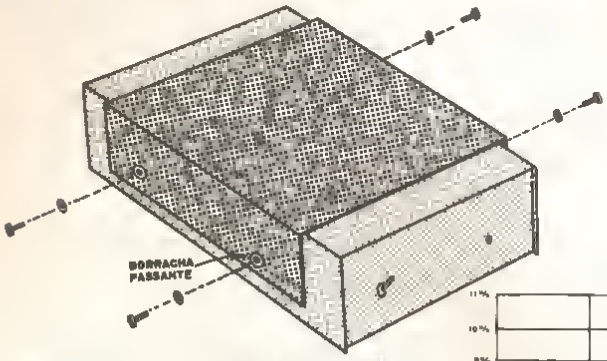


Fig. 19 - Viata da fixação da caixa do amplificador no suporte.

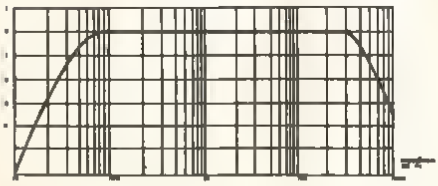


Fig. 20 - Curva da raaposta da Audio do Amp. am Ponta

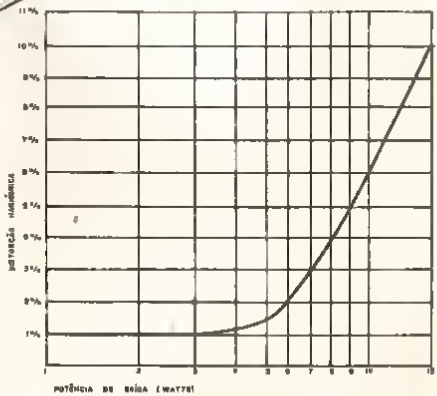


Fig. 21 - Curva da distorção harmônica am função da potância da saída (medida à 1 KHz) do Amp. am Ponta

ORIENTAÇÃO PARA O MONTADOR

AMPLIFICADOR DE 30 WATTS ESTÉREO

Para a montagem desta amplificador, o leitor não terá dificuldades em vista da riqueza de pormenores fornecida pelo autor. É claro que além de exigir uma certa habilidade para a confecção da placa de circuito impresso, o leitor também deve estar apto a fazer corretamente a instalação do aparelho no veículo. Os transistores da série BD de potência de encapsulamento plástico, são bastante comuns em nosso mercado não oferecendo portanto dificuldades para sua obtenção. Seu preço, da ordem de Cr$ 20,00 por unidade (dependendo da localidade e procedência) faz com que o custo total do projeto seja bastante bom em relação aos modelos comerciais que eventualmente possam ser adquiridos prontos. Os demais transistores da série BC além de bastante comuns, admitem uma série de equivalentes como por exemplo em lugar do BC238 o BC548 e em lugar do BC238 o BC558. O custo de cada transistor desta, está em torno de Cr$ 6,00. Com relação aos capacitores eletrolíticos, observemos que as tensões para os quais são especificados na lista de material, não precisam ser exatamente as mesmas. Na realidade, o que é preciso lembrar é que o capacitor deve estar apto a suportar a tensão máxima existente no circuito que no caso não deverá ultrapassar 16 V. O tempo de montagem dependerá da habilidade do montador, enquanto que o custo total do aparelho não deve superar os Cr$ 600,00.

GER-SOM

ÚNICA CASA ESPECIALIZADA EM ALTO-FALANTES

Agora com mais uma loja dentro do Mercado Eletrônico de São Paulo.

Rua Santa Ifigênia, 188

A maior variedade em Alto-Falantes, Tweeters e Divisores de Freqüência para Auto-Rádios, Toca-Fitas e Caixas Acústicas.

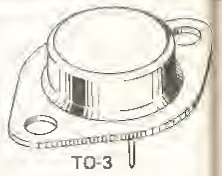
Atendemos pelo Reembolso Postal e Reembolso Varig.

GER-SON I — Rua Santa Ifigênia, 622 - fone 220-2562 - 220-8490.
GER-SON II — Rua Santa Ifigênia, 186 - CEP 01207.

SABER

TRANSISTORES

Tipo	Polar.	V_{CEO} máx (V)	I_C máx (A)	P_{tot} máx (W)	a T_{amb} T_{mb}* (°C)	f_T (MHz) t_{off} 4(ns)	h_{FE}	Invólucro	Aplicações Típicas
BC107	NPN	45	0,100	0,300	25	300	110-450	SOT 18/1	AF-veja BC547
BC108	NPN	20	0,100	0,300	25	380	110 800	SOT 18/1	AF-veja BC548
BC109	NPN	20	0,100	0,300	25	300	200 800	SOT-18/1	AF-veja BC549
BC177	PNP	45	0,100	0,300	25	150	75 260	SOT 18/1	AF-veja BC557
BC178	PNP	25	0,100	0,300	26	150	75-500	SOT 18/1	AF-veja BC558
BC179	PNP	20	0,100	0,300	25	150	125-500	SOT 18/1	AF-veja BC559
BC237	NPN	45	0,100	0,300	25	300	110-800	SOT-54/2	AF-veja BC547
BC238	NPN	20	0,100	0,300	25	300	110-800	SOT-54/2	AF-veja BC548
BC239	NPN	20	0,100	0,300	25	300	200-800	SOT-54/2	AF-veja BC549
BC307	PNP	45	0,100	0,300	25	150	75-475	SOT 54/2	AF-veja BC557
BC308	PNP	25	0,100	0,300	25	150	75 475	SOT 54/2	AF-veja BC558
BC309	PNP	20	0,100	0,300	25	150	125-475	SOT-54/2	AF-veja BC559
BC327	PNP	45	0,500	0,800	25	100	100-600	SOT-54/2	AF-excitador e saída até 2,5 W
BC328	PNP	25	0,500	0,800	25	100	100-600	SOT 54/2	AF-excitador e saída até 2,5 W
BC337	NPN	45	0,500	0,800	25	200	100-600	SOT 54/2	AF-complementar do BC327
BC338	NPN	26	0,500	0,800	25	200	100-600	SOT 54/2	AF-complementar do BC328
BC368	NPN	20	1	1	25	65	85-375	SOT 54/8	AF-estágio de saída até 3 W
BC369	PNP	20	1	1	25	66	85-375	SOT 54/8	AF-complementar do BC368
BC546	NPN	65	0,100	0,500	25	300	110-450	SOT-54/2	AF-amplificador; TV-uso geral
BC547	NPN	45	0,100	0,500	25	300	110-800	SOT-54/2	AF-amplificador; TV-uso geral
BC548	NPN	30	0,100	0,500	25	300	110-800	SOT 54/2	AF-amplificador; TV-uso geral
BC549	NPN	30	0,100	0,500	25	300	200 800	SOT 54/2	AF-pré-amplif. (baixo ruído)
BC550	NPN	45	0,100	0,500	25	300	200 800	SOT 54/2	AF-pré-amplif. (ruído ultra baixo)
BC556	PNP	65	0,100	0,500	25	150	75 250	SOT 54/2	AF-amplificador; TV-uso geral
BC557	PNP	45	0,100	0,500	25	150	75-475	SOT 54/2	AF-amplificador; TV-uso geral
BC558	PNP	30	0,100	0,500	25	150	75 475	SOT 54/2	AF-amplificador; TV-uso geral
BC559	PNP	30	0,100	0,500	25	150	125-475	SOT 54/2	AF pré amplif. (baixo ruído)
BC560	PNP	45	0,100	0,500	25	150	125-475	SOT-54/2	AF-pre-amplif (ruído ultra baixo)
BC635	NPN	45	1	1	25	130	40-250	SOT 54/8	AF estágio excitador
BC636	PNP	45	1	1	25	50	40-250	SOT 54/8	AF complementar do BC635
BC637	NPN	60	1	1	26	130	40-160	SOT 54/8	AF-estágio excitador
BC638	PNP	60	1	1	25	50	40-160	SOT-54/8	AF complementar do BC637
BC639	NPN	80	1	1	25	130	40-160	SOT-54/8	AF estágio excitador
BC640	PNP	60	1	1	25	50	40-160	SOT 54/8	AF complementar do BC639
BCY58	NPN	32	0,200	0,330	45	280	120-630	SOT 18/1	Amplificação e comutação
BCY59	NPN	45	0,200	0,330	45	280	120-630	SOT-18/1	Amplificação e comutação
BCY78	PNP	32	0,200	0,345	45	180	125 700	SOT 18/1	Amplificação e comutação
BCY79	PNP	45	0,200	0,345	45	180	125-500	SOT 18/1	Amplificação e comutação
BD115	NPN	180	0 150	6	50	146	22 60	TO-39	AF-TV saída até 2W p/alta tensão
BD135	NPN	45	1	8	70*	250	40-250	SOT-32/2	AF-excitador e saída em TV e Hi Fi
BD136	PNP	45	1	8	70*	75	40-250	SOT 32/2	AF-complementar do BD135
BD137	NPN	60	1	8	70*	250	40-160	SOT-32/2	AF-excitador e saída em TV e Hi-Fi
BD138	PNP	60	1	8	70*	75	40-160	SOT 32/2	AF-complementar do BD137
BD139	NPN	80	1	8	70*	250	40-160	SOT 32/2	AF-excitador e saída em TV e Hi-Fi
BD140	PNP	80	1	8	70*	75	40-160	SOT 32/2	AF-complementar do BD139
BD181	NPN	45	10	78	83*	> 15[1])	20-70	TO 3	AF-saída Hi-Fi até 20W
BD182	NPN	60	15	117	25*	> 15[1])	20-70	TO-3	AF saída Hi-Fi até 40W
BD183	NPN	80	15	117	25*	> 15[1])	20 70	TO-3	AF-saída Hi Fi até 60W
BD232	NPN	300	0,250	7	62*	20	25 150	SOT 32/2	TV-Estágio excitador p/alta tensão
BD233	NPN	45	2	25	25*	> 3	40-250	SOT 32/2	AF saída, TV-saída vertical
BD234	PNP	45	2	25	25*	> 3	40-250	SOT 32/2	AF-saída; TV saída vertical
BD235	NPN	60	2	25	25*	> 3	40-250	SOT 32/2	AF-saída; TV-saída vertical
BD236	PNP	60	2	25	25'	> 3	40-260	SOT 32/2	AF saída, TV-saída vertical
BD237	NPN	80	2	25	25*	> 3	40-250	SOT-32/2	AF saída, TV-saída vertical
BD238	PNP	80	2	25	25*	> 3	40-250	SOT 32/2	AF-saída, TV saída vertical
BD262	PNP	60	4	36	25*	7	750	SOT-32/2	Darlington p/saída áudio até 25W
BD262A	PNP	80	4	36	25'	7	750	SOT-32/2	Darlington p/saída áudio até 25W
BD262B	PNP	100	4	36	25*	7	750	SOT 32/2	Darlington p/saída áudio até 25W
BD263	NPN	60	4	36	25*	7	750	SOT-32/2	Complementar do BD262
BD263A	NPN	80	4	36	25*	7	750	SOT 32/2	Complementar do BD262 A
BD263B	NPN	100	4	36	25*	7	750	SOT-32/2	Complementar do BD262 B
BD291	NPN	45	6	60	25*	> 3	30	SOT-82	AF saída Hi-Fi até 35W
BD292	PNP	45	6	60	26'	> 3	30	SOT-82	Complementar do BD291
BD293	NPN	60	6	60	25*	> 3	30	SOT-82	AF saída Hi Fi até 35W
BD294	PNP	60	6	60	25*	> 3	30	SOT-82	Complementar do BD293
BD329	NPN	20	3	15	45*	130	40	SOT 32/2	AF-saída auto rádio e Hi Fi até 10W
BD330	PNP	20	3	15	45*	100	40	SOT 32/2	AF complementar do BD329
BD331	NPN	60	6	60	25*	7	750	SOT 82	Darlington p/saída áudio até 35W
BD332	PNP	60	6	60	25*	7	750	SOT-82	Complementar do BD331
BD333	NPN	80	6	60	25*	7	750	SOT-82	Darlington p/saída áudio até 35W
BD334	PNP	80	6	60	25*	7	750	SOT 82	Complementar do BD333
BD335	NPN	100	6	60	25*	7	750	SOT-82	Darlington p/saída áudio até 35W
BD336	PNP	100	6	60	25*	7	750	SOT 82	Complementar do BD335
BD433	NPN	22	4	36	25*	> 3	85-475	SOT 32/2	AF-saída auto rádio e Hi Fi até 15W
BD434	PNP	22	4	36	25*	> 3	85-475	SOT-32/2	Complementar do BD433



1) f_{hfe} em kHz
2) $\pm V_{DS}$ max
3) I_{DSS} em mA
4) I_{CM} pico (f > 1 MHz)
6) V_{CBO} máx
6) I_{CM} pico (t = 10 μs)
7) Tempo máximo de descida a T_{mb} = 95°C

IBRAPE

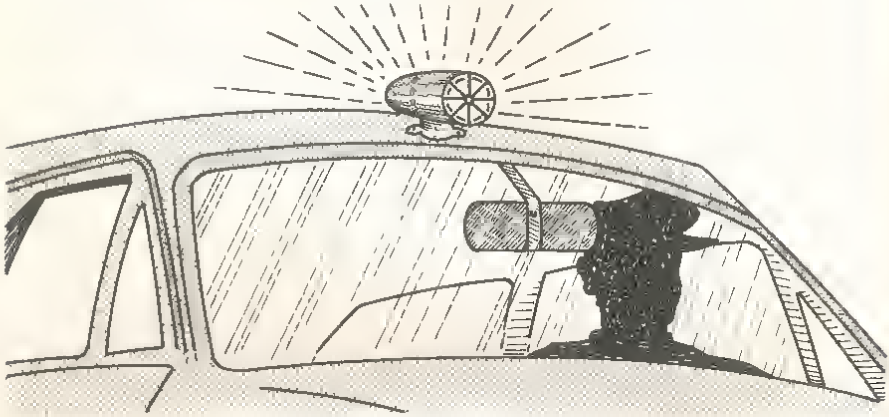
Tipo	Polar	V_{CEO} máx. (V)	I_C máx (A)	P_{tot} máx. (W) a T_{amb} T_{mb}* (°C)	f_T (MHz) t_{off}* (ns)	h_{FE}	Invólucro	Aplicações Típicas
BD435	NPN	32	4	36 25*	> 3	85-475	SOT-32/2	AF saída auto rádio e Hi Fi até 15W
BD436	PNP	32	4	36 25*	> 3	85-475	SOT-32/2	Complementar do BD435
BD437	NPN	46	4	36 25*	> 3	85-375	SOT-32/2	AF saída auto rádio e Hi Fi até 15W
BD438	PNP	45	4	36 25*	> 3	85-375	SOT-32/2	Complementar do BD437
BDX62	PNP	60	8	90 25*	100[1])	1000	TO-3	Darlington p/saída áudio até 45W
BDX62A	PNP	80	8	90 25*	100[1])	1000	TO-3	Darlington p/saída áudio até 45W
BDX62B	PNP	100	8	90 26*	100[1])	1000	TO-3	Darlington p/saída áudio até 45W
BDX63	NPN	60	8	90 25*	100[1])	1000	TO-3	Complementar do BDX62
BDX63A	NPN	80	8	90 25*	100[1])	1000	TO-3	Complementar do BDX62A
BDX63B	NPN	100	8	90 25*	100[1])	1000	TO-3	Complementar do BDX62B
BF115	NPN	30	0,030	0 145 45	230	45 165	SOT-18/2	RF-uso geral
BF167	NPN	30	0 025	0 130 45	350	26	SOT-18/2	TV veja BF198
BF173	NPN	26	0 025	0,260 45	550	38	SOT-18/2	TV veja BF199
BF180	NPN	20	0 020	0 150 25	675	13	SOT-18/11	TV estágio RF sintoniz (UHF)
BF181	NPN	20	0 020	0 150 25	600	13	SOT-18/11	TV oscilador/misturador (UHF)
BF182	NPN	20	0,015	0 150 25	650	10	SOT-18/11	TV-misturador em seletor (VHF-UHF)
BF183	NPN	20	0 015	0 150 25	800	10	SOT-18/11	TV oscilador em seletor (VHF-UHF)
BF184	NPN	20	0 030	0,145 45	300	75 750	SOT-18/2	AM-FM-veja BF494
BF185	NPN	20	0,030	0 145 45	220	34 140	SOT-18/2	AM-FM-veja BF495
BF198	NPN	30	0 025	0 500 25	400	27	SOT-54/4	TV-FI vídeo controlada por CAG
BF199	NPN	25	0 025	0,500 25	550	37	SOT-54/4	TV-FI vídeo (último estágio)
BF200	NPN	20	0,020	0,150 25	650	15	SOT-18/11	TV-FM-estágio RF sintoniz c/CAG
BF245	N	30[2])	2 25[3])	0,300 75	|Yfs|máx – 6,5mA/V		SOT-54/16	FET junção uso geral inclusive VHF
BF254	NPN	20	0 030	0,300 25	260	115	SOT-54/4	AM-FM-veja BF494
BF255	NPN	20	0 030	0,300 25	200	67	SOT-54/4	AM-FM-veja BF495
BF324	PNP	30	0 025	0,250 45	450	26	SOT-54/2	TV-FM-estágio de RF sint./oscilador
BF422	NPN	250	0 020	0,830 25	> 60	50	SOT-54/8	TV-saída de vídeo
BF423	PNP	250	0,020	0,830 25	> 60	50	SOT-54/8	Complementar do BF422
BF457	NPN	160	0,100	6 90*	90	26	SOT-32/2	TV-saída de vídeo
BF458	NPN	250	0,100	6 90*	90	26	SOT-32/2	TV-saída de vídeo
BF459	NPN	300	0 100	6 90*	90	26	SOT-32/2	TV saída de vídeo
BF480	NPN	16	0,020	0,140 65	1600	10	SOT-37/4	TV estágio RF linear sintoniz
BF494	NPN	20	0,030	0,600 25	260	115	SOT-54/4	AM-FM conversor e amplif. RF/FI
BF495	NPN	20	0,030	0,500 25	200	67	SOT-54/4	AM-FM conversor e amplif. RF/FI
BFR84	N	20[2])	20-55[3])	0,300 25	|Yfs| = 12 mA/V		SOT 18/17	MOS-FET tetrodo para VHF/UHF
BFW10	N	30[2])	8-20[3])	0,300 25	|Yfs| máx =6,5mA/V		SOT 18/9	FET de junção
BFW11	N	30[2])	4-10[3])	0,300 25	|Yfs| máx =6,5mA/V		SOT 18/9	FET de junção
BFW12	N	30[2])	1-5[3])	0,150 110	|Yfs| = 2 mA/V		SOT 18/9	FET de junção
BFX89	NPN	16	0 050	0,200 25	1200	20-160	SOT 18/11	Amplificador faixa larga VHF/UHF
BFY90	NPN	16	0,050	0,200 25	1400	25 150	SOT 18/11	Amplificador faixa larga VHF/UHF
BSS38	NPN	100	0,100	0,500 25	1000*	20	SOT-54/2	Comutação-alta velocidade
BSS68	PNP	100	0,100	0,500 25	50	30	SOT-54/2	Comutação alta velocidade
BSR50	NPN	60[5])	2 [6])	0,800 25	350	2000	SOT-54/8	Darlington p/aplicações industriais
BSR51	NPN	80[5])	2 [6])	0,800 25	350	2000	SOT-54/8	Darlington p/aplicações industriais
BSR60	PNP	60[5])	2 [6])	0,800 25	1000	2000	SOT-54/8	Darlington p/aplicações industriais
BSR61	PNP	80[5])	2 [6])	0,800 25	1000	2000	SOT-54/8	Darlington p/aplicações industriais
BSX19	NPN	15	0,500[6])	0,360 25	18*	20-60	SOT-18/1	Comutação altíssima velocidade
BSX20	NPN	15	0,500[6])	0,360 25	21*	40-120	SOT 18/1	Comutação altíssima velocidade
BU204	NPN	600	2,5	10 90*	7,5	2	TO-3	TV-saída horizontal B&P
BU205	NPN	700	2,5	10 90*	7,6	2	TO-3	TV-saída horizontal B&P
BU206	NPN	800	2-5	10 90*	7,5	1-8	TO-3	TV saída horizontal B&P
BU207	NPN	600	5	12 5 95*	7	2,25	TO-3	TV-saída horizontal cores
BU208	NPN	700	5	12,5 95*	7	2-50	TO-3	TV-saída horizontal cores
BU209	NPN	800	4	12 5 95*	7	2,25	TO-3	TV saída horizontal cores
BUX80	NPN	400	10	100 40*	6	0,8 μs [7])	TO-3	Comutação-alta velocidade-alta tensão
BUX82	NPN	400	6	60 50*	6	1 μs [7])	TO-3	Comutação-alta veloc.-alta tensão
BUX84	NPN	400	2	40 50*	20	1 μs [7])	SOT-82	Comutação-alta veloc.-alta tensão
BUX86	NPN	400	0,500	20 60*	20	1 μs [7])	SOT 32/2	Comutação-alta veloc.-alta tensão
2N2221	NPN	30	0,800	0 500 25	250	40-120	SOT-18/1	Comutação-alta velocidade
2N2221A	NPN	40	0,800	0 500 25	285*	40-120	SOT 18/1	Comutação-alta velocidade
2N2222	NPN	30	0,800	0,500 25	250	100-300	SOT-18/1	Comutação-alta velocidade
2N2222A	NPN	40	0,800	0,500 25	285*	100-300	SOT 18/1	Comutação-alta velocidade
2N2906	PNP	40	0,600	0,400 25	100*	40-120	SOT-18/1	Comutação
2N2906A	PNP	60	0,600	0,400 25	100*	40-120	SOT 18/1	Comutação
2N2907	PNP	40	0,600	0,400 25	100*	100-300	SOT-18/1	Comutação
2N2907A	PNP	60	0,600	0,400 25	100*	100 300	SOT-18/1	Comutação
2N3055	NPN	100[5])	15	115 26*	> 0,8	20 70	TO-3	AF saída Hi Fi até 60W

DISPARADORES PNPN

Tipo	V_{GA} (V)	V_{GK} (V)	I_{ARM} (A)[9])	P_{tot} (mW)	Invólucro	Aplicação
BPX66P	70[8])	–	2,5	1 5[10])	SOT-18/14 c/janela	Disparador multifuncional foto-sensível
BR101	50	5	2,5	275	SOT-18/14	Disparador multifuncional
BRY39	70	5	2 5	275	SOT-18/14	Disparador multifuncional
BRY56	70	–	2 5	300	SOT-54/12	Disparador multifuncional

8) V_{AK}, V_{KA} em volts
9) $t = 10\,\mu s$ $\delta = 0{,}01$
10) Irradiação necessária para disparo do dispositivo (mW/cm^2)

SIRENE AUTOMÁTICA DE DOIS TONS



NEWTON C. BRAGA

Um sirene de dois tons que produz sons que imitam desde o ganir de um cão ferido, ao som alternado de uma sirene de carro de polícia pode constituir-se num projeto bastante atraente para quem deseja uma "maquininha de fazer muito barulho". Na realidade considerando-se que a alimentação do circuito pode ser feita com tensões entre 6 e 12 volts, o projeto torna-se muito mais interessante por motivos óbvios

Um simples oscilador de audio acoplado a um amplificador de potência que fosse capaz de fornecer uns 5 ou 10 watts de saída a um alto-falante já seria muito mais do que suficiente para se fazer muito barulho. Entretanto, como o que queremos é muito mais do que simples barulho, como o que seria conseguido nessas condições, apresentamos um projeto que usa dois osciladores de modo que não só teremos muito barulho, como também teremos barulho variado. Em suma, teremos uma sirene que produz um som alto que é acompanhado de variações tonais que o fazem imitar desde o latido de um cachorro, o ganir desse mesmo animal, gritos, e chega mesmo a aproximar-se das sirenes de dois tons dos carros de polícia e bombeiros. Com uma alimentação de 12 V o circuito entrega a um alto-falante uma potência da ordem de 10 watts o que é mais do que suficiente para se obter os efeitos desejados (figura 1).

O leitor poderá usar esta sirene com diversas finalidades. em sistemas de alarme teremos um volume mais do que suficiente para alertar a segurança mesmo em ambientes de boas dimensões; em festas pode servir para chamar a atenção de todos, e finalmente pode ser colocada em motos ou automóveis, é claro devendo ser observadas as restrições impostas pela legislação para o uso de tais dispositivos. O circuito utiliza 5 transistores e os demais componentes acessórios não oferecem dificuldades de obtenção nem de instalação. Assim, acreditamos que os leitores que possuam alguma experiência no manejo do ferro de soldar e em montagens simples não terão dificuldades em executar esta interessante sirene de dois tons

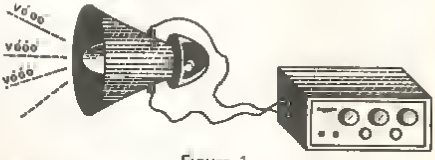


Figura 1

COMO FUNCIONA.

Para analisar o funcionamento deste circuito faremos sua divisão em três partes.

os dois circuitos osciladores, o circuito que determina a dependência dos sinais dos osciladores e o amplificador de audio. Comecemos por analisar o circuito oscilador, já que os dois são iguais, bastando portanto explicar um deles.

A base deste circuito é um transistor unijuncão (TUJ) cujo símbolo e aspecto real aparecem na figura 2 Este componente, já conhecido de nossos leitores de outras montagens, caracteriza por operar como um interruptor acionado por tensão, ou seja, trata-se de um semicondutor que "dispara" quando a tensão em seu emissor (E) atinge certo valor.

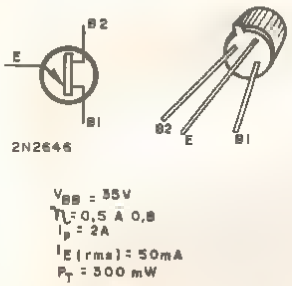


Figura 2

Deste modo, podemos ligá-lo numa configuracão de oscilador, ou seja de modo a produzir pulsos de corrente ou tensão de determinada frequência da faixa de áudio, polarizando as duas bases conforme mostra a figura 3 com dois resistores, e ligando no emissor um resistor em série com um capacitor

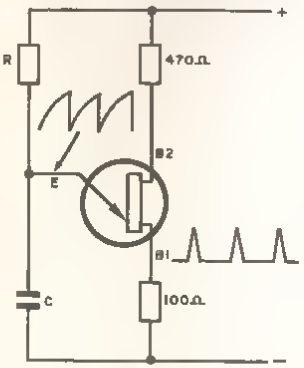


Figura 3

Quando ligamos este circuito a uma fonte de alimentacão, geralmente entre 3 e 18 volts para o tipo de transistor empregado, o capacitor inicialmente descarregado começa a se carregar através do resistor, de modo que a tensão em sua armadura ligada ao emissor, começa a subir. Quando a tensão no capacitor atinge o valor que dispara o transistor unijunção ele "liga" colocando em curto as armaduras do capacitor que então se descarrega, conforme mostra a figura 4.

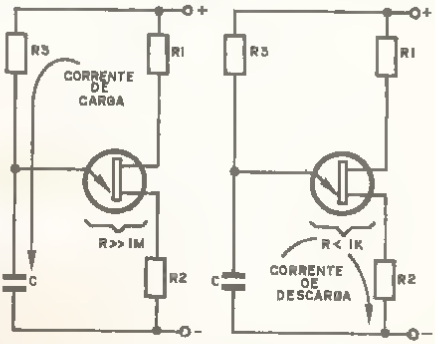


Figura 4

Com a descarga do capacitor produz-se um "pulso" na saída do circuito e um novo ciclo se inicia. O número de pulsos que são produzidos em cada segundo, ou seja, a frequência da carga e descarga do capacitor depende fundamentalmente de dois fatores do valor do resistor ligado em série com o capacitor, e do valor do capacitor. Normalmente nos circuitos práticos escolhe-se o capacitor de um valor fixo que determina a freqüência central dos sinais produzidos, e para o resistor, coloca-se um variável (potenciômetro). Assim, temos os seguintes pontos a observar na escolha dos componentes

a) Quanto maior for o valor do capacitor, mais graves serão os sinais produzidos, ou seja, mais baixa será a sua freqüência

b) Quando giramos o ponteciômetro de modo que a sua resistência no circuito aumente, a frequência do sinal diminui, ou seja, os pulsos tornam-se mais intervalados.

No nosso circuito prático, teremos dois osciladores, um que utiliza um capacitor de pequeno valor (C2) cuja função é gerar os sinais audíveis do tom principal, e o outro de grande valor (C1) cuja função é produzir as variacões ritmadas de tonalidade do som emitido.

A etapa seguinte a ser analisada é justamente a que determina a influência de um oscilador sobre o outro

Esta etapa consta de um único potenciômetro em série com um resistor, conforme mostra a figura 5, o qual é ligado de modo a controlar simultaneamente a carga de descarga dos dois capacitores dos circuitos osciladores.

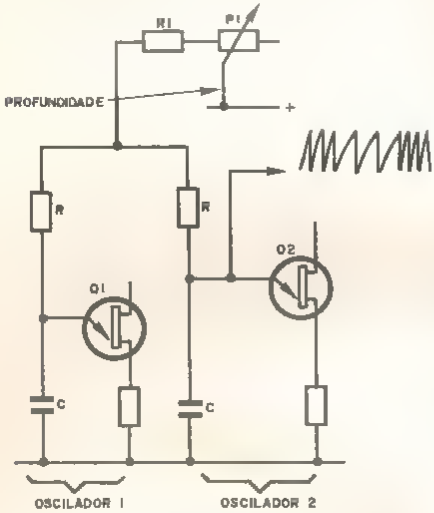


Figura 5

Com isso, quando o capacitor C1 se carrega lentamente, a tensão de carga do circuito de C2 aumente na mesma proporcão e com isso se obtem uma variação de tonalidade do som produzido por este circuito.

O potenciômetro P1 controla portanto a "profundidade" das variacões de tonalidade Quanto maior for a sua resistência, maior será a profundidade das variações de tonalidade O potenciômetro P2 controla a freqüência do primeiro oscilador, o mais lento, e portanto a velocidade com que ocorrem as variações de tonalidade, enquanto que o terceiro potenciômetro P3, controla a frequência fundemental do som em torno da qual ocorrem as variações.

A última etapa consiste no emplificador, cujo diagrama simplificado é dado na figura 6 O sinal para o amplificador é retirado do emissor do transistor Q2, ponto em que sua amplitude é maior e portanto mais apropriada para a nossa finalidade O sinal também poderia ser retirado de R5, mas os resultados obtidos não seriam tão satisfatórios.

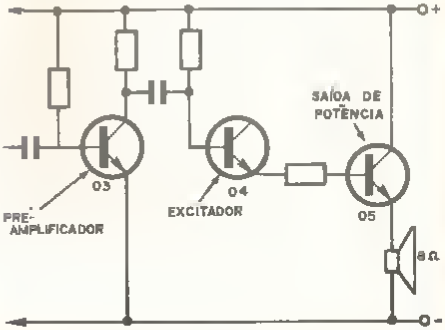


Figura 6

Aplicado ao transistor Q3 o sinal produzido e misturado pelos osciladores é amplificado após o que é transferido para uma etapa Darlington por meio do capacitor C4. Esta etapa consta de um transistor impulsor de pequena potência que é Q4 e um transitor de grande potêncie que deve excitar com o máximo volume possível o alto-falante.

O resistor R9 atua como um limitador para a corrente de excitação enquanto que o alto-falante é ligado ao emissor do transistor em vista de sua baixa impedância.

Como a corrente drenada pelo transistor em funcionamento é muito elevada, este componente deve ser montado em dissipador de calor pois tende aquecer-se bastante. Na realidade, recomenda-se que a sirene não seja utilizada continuamente, de modo a não forçar o transitor Q5.

A alimentação de 6 a 12 Volts precisa vir de uma potente fonte que pode ser por exemplo constituída por 6 pilhas grandes

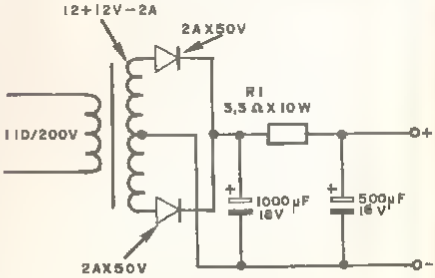


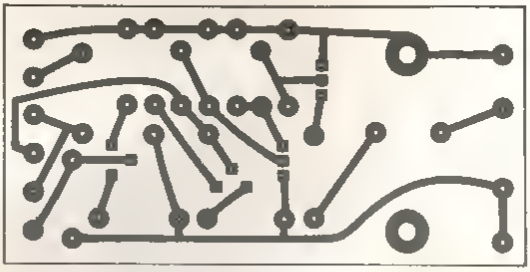
Figura 7

de lanterna para o caso mínimo, bateria de 6 ou 12 V de automóvel, ou ainda a fonte de alimentacão dada na figura 7. É importante observar que a corrente drenada pelo circuito para uma alimentacão de 12 Volts é da ordem de 1,5 A, e que para uma tensão de 6 V, seu consumo de corrente é da ordem de 500 mA

MONTAGEM

Para a montagem desta Sirene o leitor deve possuir as ferramentas básicas convencionais utilizadas neste tipo de trabalho: um soldador de pequena potência (máximo de 30 watts), solda de boa qualidade, um alicate de corte, um alicate de ponta e chaves de fenda.

Existem duas possibilidades para a realizacão prática do aparelho, que dependerão da experiência do montador, do grau de miniaturização que ele deseja e de outros fatores que não vem ao caso. o leitor pode realizar a montagem numa ponte de terminais que é a versão indicada aos menos dotados de experiência em eletrônica, mas que ocupa maior espaço e portanto exige uma caixa maior para alojar o conjunto, ou pode realizar a montagem numa placa de circuito impresso cujo aspecto em tamanho natural é dado na figura 8. Essa montagem em placa apresenta a vantagem de ocupar menor volume e esteticamente ser bem melhor apresentável.



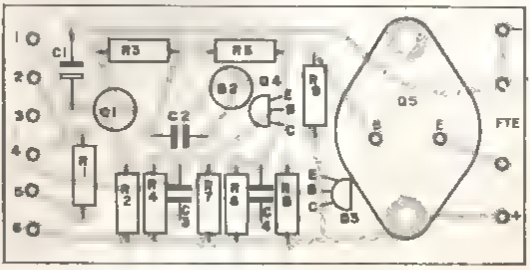


Figura 8

Como visamos sobretudo favorecer os principiantes, damos pormenores para a montagem em ponte de terminais: para esta montagem o leitor deve guiar-se pelo diagrama da figura 9 e pela disposicão real das peças na ponte, dada na figura 10. O alto-falante, o transistor Q5 em seu irradiador, os três potenciômetros de controle, o fusível e o interruptor S1 que aciona a sirene são os componentes não soldados na ponte de terminais.

A ponte de terminais deve então ser fixada na caixa que alojará o conjunto tomando-se cuidado em isolá-la completamente desta, principalmente se for do tipo metálico.

Para a soldagem de todos os componentes na ponte observe cuidadosamente:

a) A posicão dos transistores Q1 e Q2 que devem ficar com o ressalto para cima e ligeiramente para a esquerda.

b) A posição de Q3 e Q4 que devem ficar com os lados chatos voltados para cima.

c) A Polaridade de C1 que deve ficar com o lado positivo ligado em Q1.

Somente depois de soldados todos os componentes, faça as interligações com

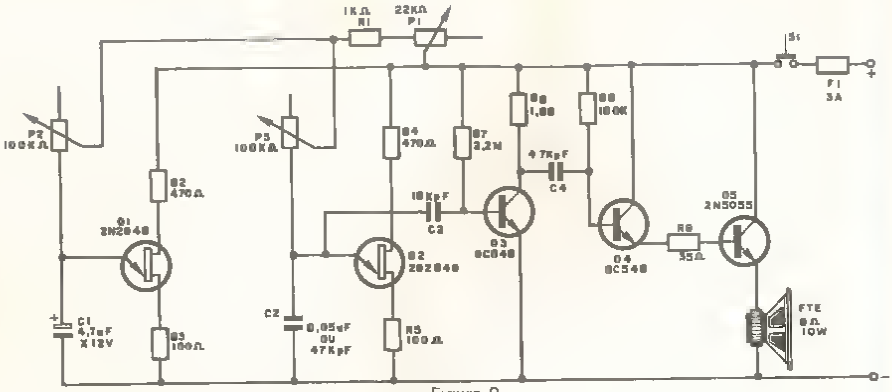


Figura 9

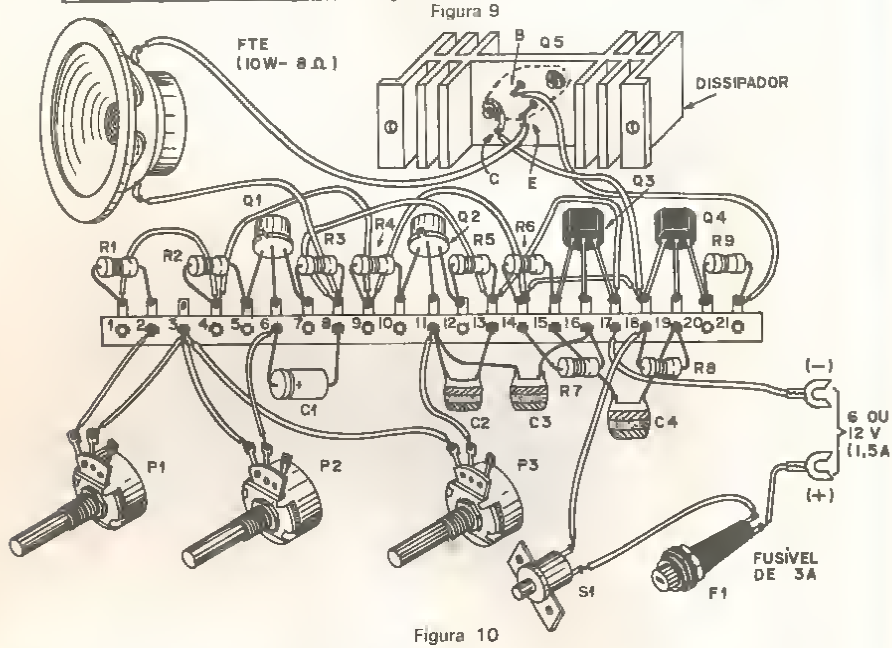


Figura 10

fios rígidos ou flexíveis conforme mostra a figura 10. Confira bem para não ligá-las em lugar errado ou deixar faltar alguma.

Completada a montagem na ponte, fixe os demais componentes na caixa conforme sugere a figura 11. Para esta finalidade comece pelo transistor Q5 que deve ser montado num irradiador de calor. Esse transistor é montado conforme mostra a figura 12 de modo a ficar com o seu coletor completamente isolado do dissipador e do chassi do aparelho. Para esta finalida-

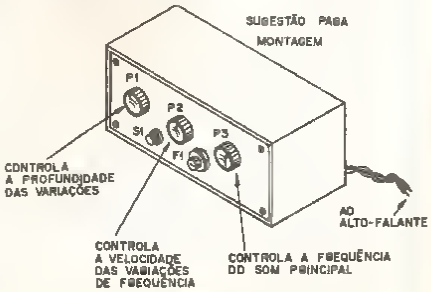


Figura 11

de, entre o transistor e o dissipador é colocada uma folha isolante de mica ou plástico especial (que pode ser adquirida junto com o transistor), e nos orifícios em que passa o parafuso de fixação são colocadas duas arruelas isolantes. Num dos parafusos é preso o terminal de ligação do coletor que corresponde ao própno corpo do transistor.

O irradiador com o transistor é fixado na parte posterior da caixa e os fios de ligação do transistor passam para seu interior por um orifício de dimensões apropriadas.

Para a fixação dos potenciômetros, do

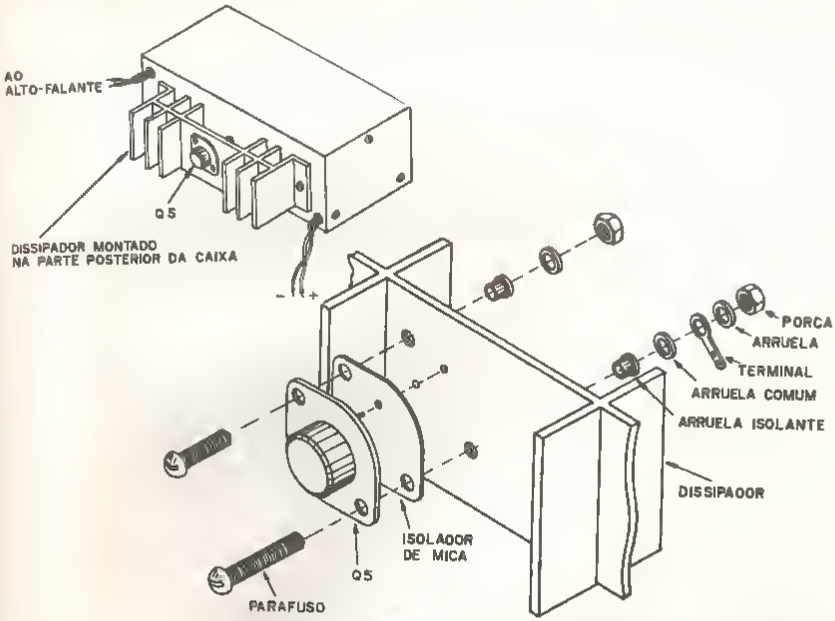


Figura 12

suporte do fusível e do interruptor não existem recomendações especiais.

A ligacão do alto-falante pode ser feita com fio flexível, comum cujo comprimento depende do local onde este componente deverá ficar. Recomenda-se que o fio não tenha mais do que 2 metros de comprimento para não haver perda de potência. Com relacão a ligação na fonte de alimentacão deve ser feita com fio flexível, cujo comprimento também não deve exceder 2 metros.

Completada a montagem confira as ligacões procurando se possível comparar com o diagrama da figura 9, de modo a se familiarizar desde já com a simbologia eletrônica.

PROVA, USO E POSSÍVEIS FALHAS

Completada a montagem, confira cuidadosamente toda a montagem, verificando as ligações. Se tudo estiver em ordem coloque um fusível de 3A no suporte e ligue a unidade a uma fonte de alimentação. Essa fonte pode ser a bateria de seu carro, a fonte cujo diagrama é dado na figura 7, ou ainda, 6 pilhas de lanterna ligadas em série.

Aperte o interruptor de pressão S1 e ajuste o potenciômetro P3 até ouvir um apito contínuo no alto-falante. O potenciômetro P1, se possível deve estar todo aberto.

A seguir, vá girando vagarosamente P2 de modo a observar variações de tonalidade no som emitido pelo alto-falante. Quando as variacões ocorrerem na velocidade desejada, ajuste P1 que controla a sua profundidade. Ajustando experimentalmente os três potenciômetros o leitor obterá efeitos sonoros bastante interessantes.

Caso não haja emissão alguma de som, damos algumas sugestões para a localização de uma possível falha. para esta finalidade utilize um fone de cristal que será conectado a um jaque no qual serão ligados dois fios para as provas, conforme mostra a figura 13.

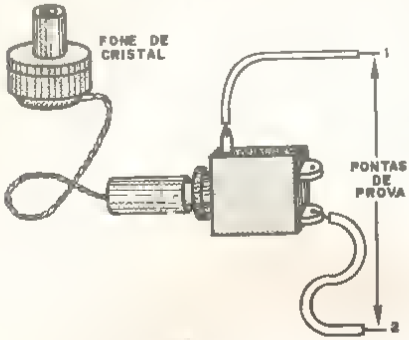


Figura 13

As provas com o fone devem ser feitas da seguinte maneira:

a) Com a ponta de prova 1 no terminal 8 da ponte a ponta 2 no terminal 6, gire o potenciômetro P2. Você deve ouvir "cliques" ou estalidos intervalados. Isso indicará que o conjunto Q1, R1, R2, R3, C1 e P2 se encontra ligado corretamente. Se isso não ocorrer confira as ligações neste setor da ponte.

b) Com a ponta de prova 1 no terminal 13 da ponte e o terminal 2 no terminal 11 da ponte, aperte S1 e gire P3. Você deve ouvir um zumbido no fone indicando que o segundo oscilador se encontra perfeito. Isso significa que os componentes Q2, R4, R5, C2 e P3 se encontram em perfeito funcionamento. Se não houver som no fone, verifique este setor da ponte.

c) Ligue o terminal de prova do fone 1 no ponto 17 da ponte e toque com o terminal 2 do fone no terminal 15 da ponte. Você deve ouvir o som característico da sirene ao mexer em seus controles (apertando S1 e girando P1, P2 e P3). Se isso não ocorrer verifique as ligações de Q3, R6, R7 e principelmente C3.

d) Ligue o terminal de prova do fone 1 no terminal 18 da ponte e o terminal de prova 2 do fone no terminal 21 da ponte Você deve ouvir normalmente o som da sirene. Se isso não ocorrer verifique as ligações de Q4, R8, C4 e R9.

e) Se o sinal característico estiver presente nesta última prova, ou seja, em R9 no terminal 21, e ainda assim o falante permanecer mudo, verifique o transistor Q5, se sua ligação está correta e principalmente a conexão do seu coletor (C) e as ligações do alto-falante.

Q8S. para tensões anormalmente baixas como na prova com 4 pilhas, o som pode soar algo rouco Para torna-lo mais 'limpo' reduza o valor de C3 para 4,7 kpF.

LISTA DE MATERIAL.

Q1, Q2 - transistor unijunção do tipo 2N2646 (duas unidades)
Q3, Q4 - BC548, BC338, BC238, ou qualquer equivalente NPN de silicio para uso geral. (duas unidades)
Q5 - 2N3055 - transistor de potência
P1 - 22 kΩ - potenciômetro comum
P2 - P3 - 100 kΩ- potenciômetro comum
R1 - 1kΩ x 1/4 W - resistor (merrom, preto, vermelho)
R2, R4 - 470 ohms x 1/4 W - resistor (amarelo, violeta, marrom)
R3, R5 - 100 ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, marrom)
R6 - 1,5kΩ x 1/4 W - resistor (marrom, verde, vermelho)
R7 - 2,2 MΩ x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, verde)
R8 - 100 kΩ x 1/4 W - resistor (marrom, preto, amarelo)
R9 - 33 ohms x 1/4 W - resistor (laranja, laranja, preto)
C1 - 4,7 µF x 12 ou 16V - capacitor eletrolítico
C2 - 0,05 µF ou 47 kpF - capacitor de poliester (amarelo, violeta, laranja)
C3 - 15 kpF - capacitor de poliester (marrom, verde, laranja)
C4 - 4,7 kpF - capacitor de poliester (amarelo, violeta, vermelho)
F1 - fusível de 3 A
FTE - alto-falante de 8 ohms para 10 watts
S1 - interruptor de pressão:
Diversos: ponte de terminais, dissipador de calor para o transistor, botões para os potenciômetros, suporte para o fusível, material para isolar o transistor de potência, porcas, parafusos, fios, solda, caixa para abrigar o conjunto, etc.

SABER

JÁ NAS BANCAS

FONOLA PORTÁTIL SIMPSON

FONOLA PORTÁTIL SIMPSON
GABINETE DE PLÁSTICO EM DIVERSAS CÔRES

— CARACTERÍSTICAS

— Amplificador de 3 watts de potência.
— Alto-falante pesado de 15 cm de diâmetro.
— Toca-disco de 3 rotações: 33 — 45 — 78 rpm.
— Dimensões: largura = 32 cm., altura = 16 cm., profundidade = 28 cm
— Alimentação: pilha (9 volts) e rede elétrica (110/220 volts).
— Preço de Oferta: Cr$ 820,00

OFERECEMOS AINDA

Gravadores — Rádio Gravadores AM/FM — Alto falantes — Caixas acústicas — Eletrolas — Toca discos de 9 volts — Toca discos automáticos e profissionais — Motores de 9 volts e 6 volts — Amplificadores, etc etc.

Solicitem nossa lista de preços
Atendemos Também pelo Reembolso Postal

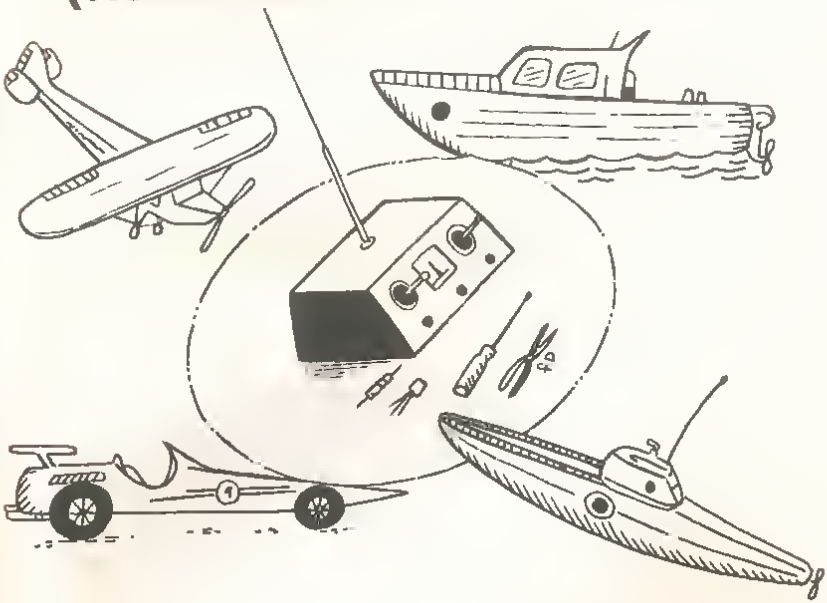
SABEK

SIMPSON LTDA.

SÃO PAULO Rua Santa Ifigênia, 585 - Caixa Postal 6 999 fone 220-3340
CAMPINAS Rua Costa Aguiar 342 - fone 31-6391

RÁDIO-CONTROLE - XI

(Relês Para Rádio controle)



NEWTON C. BRAGA

Os relês utilizados nos sistemas de rádio controle devem apresentar características bem definidas. Como em alguns casos existe certa dificuldade em se poder utilizar tipos comuns nos circuitos práticos, faremos algumas considerações sobre esse importante componente, analisando seu funcionamento, falaremos dos tipos comerciais que normalmente podem ser usados nos projetos práticos e, finalmente ensinaremos como os reed-switches, componentes bastante compactos, possibilitam a construção de relês simples e sensíveis pelos próprios hobistas, sem dificuldades.

A função básica de um relê num circuito de rádio controle é atuar como um interruptor acionado pelo sinal recebido pelo rádio-receptor, ligando ou desligando um servo, ou qualquer outro dispositivo de controle. Em suma, podemos dizer que um relê consiste basicamente num interruptor acionado por um sinal elétrico que pode ser uma corrente alternada, contínua, uma tensão ou ainda um pulso.

Como nos modelos dirigidos por controle remoto existe o problema da disponibilidade de espaço os relês utilizados neste tipo de equipamento devem ser os menores possíveis. Assim, quando o modelo a ser controlado é um barco, ou ainda algum dispositivo fixo, em lugar dos relês especiais miniaturizados para rádio-controle, podem ser utilizados relês comuns cujo aspecto é mostrado na figura 1. Para os

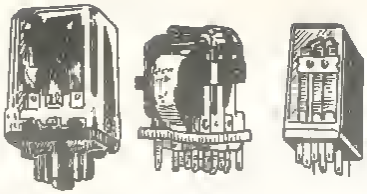


figura 1

casos em que a disponbilidade de espaço é importante como no caso de um aero-modelo, devem sar utilizados relês especiais do tipo mostrado na figura 2.

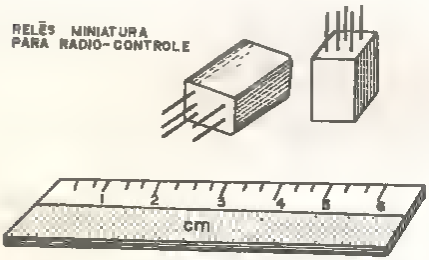


figura 2

Infelizmente nosso comércio de material eletrônico específico para rádio-controle ainda é muito pobre. Assim, existem aqueles que têm acesso aos componentes importados, que podam contar com os relês especialmente fabricados para este finalidade (cujo preço, diga-se de passagem não é dos menores); existem aqueles que conhecendo as características dos relês nacionais para aplicações gerais em equipamentos elatrônicos podem usá-los, sacrificando um pouco o projeto no que se refere à miniaturização, e finalmente os qua possuem habilidade para construir seus próprios relês miniaturizados para as aplicacões que desejarem.

Neste artigo falaramos dos três tipos de relês.

Mostraremos como funciona um relê comum, quais são as suas especificações e aquivalências, que tipos comarciais podem ser usados em modelos rádio-controlados e finalmente ensinaremos como se pode fazer um sensível reed-relê minieturizado para aplicacões em circuitos de rádio-controle.

COMO FUNCIONA UM RELÊ

Um relê consta basicamente de uma bobina de fio esmaltado (cuja espessura pode variar) e de um conjunto de contactos colocados nas proximidades, conforme sugere a figura 3.

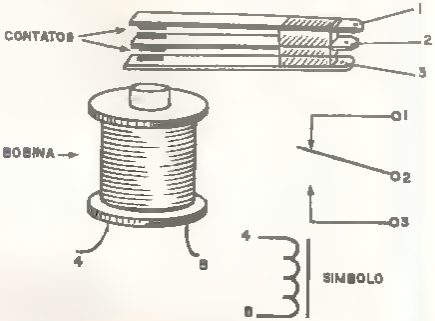


figura 3

O contacto móvel, normalmente, na ausência de corrente na bobina,se encontra encostado no contacto superior, de modo que nastas condições o circuito entre este contacto móvel e o contacto superior se encontra fechado. Se ligarmos entre esses contactos uma lâmpada e uma pilha conforme mostra a figura 4, a lâmpada permanacerá acesa nas condições de não excitação do relê

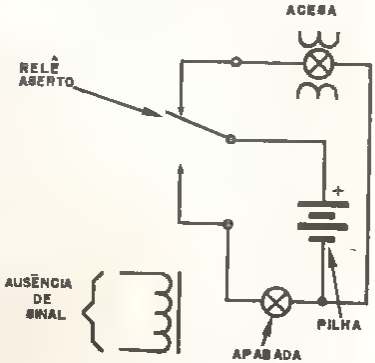


figura 4

No momento em que circular uma corrente através de bobina do relê será criado um campo magnético que atrairá os contactos do relê da modo que o contacto móvel na posição inicial se deslocará encostando no contacto inferior. O relê

"fecha" portanto o contacto do circuito inferior. Sa houver uma lâmpada ligada em série com uma pilha a estes contactos ela acenderá, enquanto que a lâmpada superior apagará conforme mostra a figura 5.

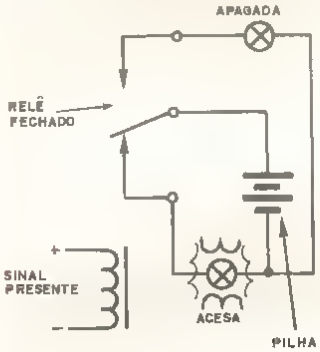


figura 5

Em suma, podemos utilizar os dois contactos de cima ou "normalmente fechados" de modo que desligamos o circuito extarno quando a bobina é percorrida por uma corrente, ou saja, recebe um sinal, e podemos utilizar os dois contactos de baixo ou "normalmente abertos" de modo que ligamos o circuito externo quando a bobina é percorrida por uma corrente ou racebe um sinal.

A espessura do fio usado e o número de voltas da bobina datermínam a sensibilidade da bobina da um relê, ou seja, a corrente que deva passar por ala para que os contactos sejam acíonados. Como a correnta depende da tensão existente entre os extremos da bobína e como as duas grandezas dependem da resistência apresentada por essa bobina é comum fazer-se muita confusão no momento de se especificar um relê com relação à sua sensibilidade.

Uma maneira de se especificar um relê é dando-se a rasistência de seu enrolamento e a tensão que deve sar aplicada em seus terminais para que seus contactos sejam fachados.

Assím, um relê da 600 ohms para 6 volts é um relê que fecha seus contactos quando uma tensão da 6 volts é estabelecida em seus terminais. Por meio de ume relação matemática simples vemos que a corrente circulanta na bobina nestas condições é de 10 mA. Observe o leitor que esse relê não é obrigatoriamente de 6 V. Num circuito eletrônico, asse relê pode ser usado com tensões algo maiores e ele funcionará perfeitamante. A única condicão que deve ser satisfeita é que haja pelo menos 6 volts nos extremos de sua bobina para que os contactos sejam fechados.

Para eliminar essa dificuldade quanto ao uso, alguns fabricantes especificam seus relês de modo diferante. são dadas as faixas de tensão em que o relê pode operar e a corrente necessária para seu acionamento

Assim, um relê de 6-18 V x 10 mA pode ser usado em circuitos de 6 a 18 V, fechando seus contactos quando a corrente em sua bobina for de 10 mA.

Assim, na aquisição do relê o leitor deve observar ele pode fechar seus contactos com a corrente disponíveis no circuito e a tensão nele manifestada. Um relê de 6V x 10 mA pode ser usado com vantagem num circuito de rádio controle para 9 V x 10 mA. Este relê possuindo uma tansão de fechamento pouco menor apresentará maior sensibilidade que o original

Na figura 6 temos as aparências de alguns relês comuns disponíveis no nosso mercado que podem ser usado em circuitos de rádio-controle com bastante eficiência por sua sensibilidade.

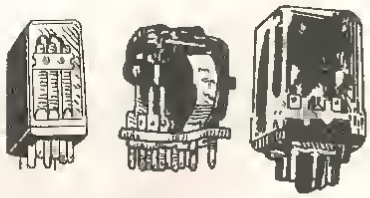


figura 6

AS LIGAÇÕES OOS RELÊS

Na ligação de um relê num circuito eletrônico deve-se observar a disposicão de seus terminais. Teremos normalmente dois terminais para a bobina e podemos ter diversos pares ou trios de ligacão para os contactos. Para a utilização correta do relê deve ser obtida a identificação desses terminais diretamente do fabricante.

A bobina é ligada ao circuito eletrônico, conforme sugere a figura 7, a os contactos

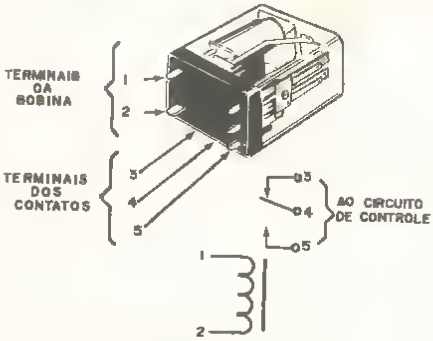


figura 7

escolhidos aos diversos circuitos de controle Para um relê simples de um único contacto, apenas um circuito de controle, enquanto que, para relês de diversos contactos, diversos circuitos de controle.

OS REED-SWITCHES

Um reeed-switch é um interruptor acionado por um campo magnético, ou seja, um interruptor que pode ser acionado pela aproximação de um imã ou pelo campo magnético criado por uma bobina percorrida por uma corrente.

Na figura 8 temos um reed-switch visto de modo a se poder explicar seu funcionamento. Num tubo de vidro cheio de gás inerte existem duas lâminas, as quais se aproximam, sem porém se tocarem. Nes-

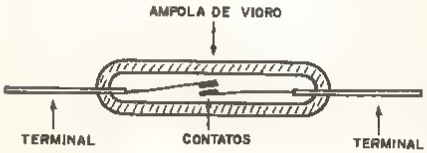


figura 8

tas condições, intercalando num circuito, o reed-switch em condições de ausência de influência interna não dá condução à corrente. Se agora aproximarmos externamente um pequeno imã, ou seja, se as duas lâminas forem submetidas à ação de um campo magnético elas se vergarão e, encostando uma na outra, fecharão o circuito (figura 9).

O tipo de campo magnético, ou seja, a intensidade do imã, e a direção de suas linhas de força influem na sensibilidade do reed-switch.

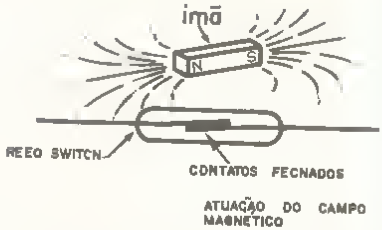


figura 9

Em suma, na ausência de campo magnético o reed-switch mantém seus contactos abertos e na presença de um campo magnético de intensidade suficiente, seus contactos são fechados.

Se o campo magnético que acionar o reed-switch for proveniente de uma bobina percorrida por uma corrente e não de um imã comum, teremos um comportamento análogo ao apresentado pelos relês.

Podemos então a partir desse comportamento construir dispositivos sensíveis denominados "reed-relês".

Basta então, em torno de um reed-switch enrolarmos uma bobina de fio esmaltado Quando uma corrente de intensidade suficiente percorrer essa bobina, os contactos do reed switch fecharão, acionando o circuito externo (figura 10).

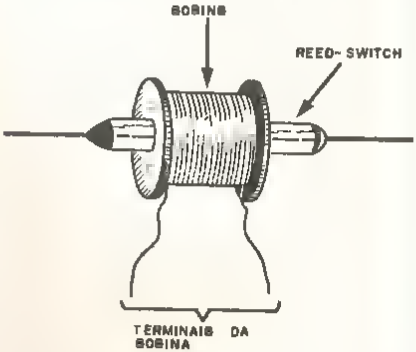


figura 10

Como os reed switches são bastante sensíveis aos campos magnéticos, e como são também bastante pequenos, com esses dispositivos não só obtemos relês bastante sensíveis, como também bastante compactos sendo ideais para aplicações em circuitos de rádio controle.

Se bem que o leitor possa contar em alguns casas especializadas com reed-re-

lês já prontos, ensineremos a seguir como fazer a construcão de um. Ne figura 11 temos o aspecto externo de um reed-relê comum, do tipo encontrado no comércio.

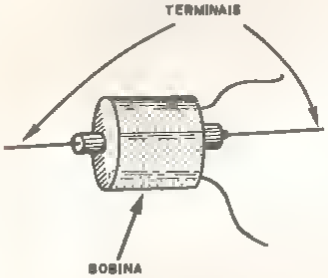


figura 11

CONSTRUA UM REED-RELÊ

Para a aplicação num sistema de rádio controle, o principal ponto e ser observado nesse reed-relê é a sue sensibilidade.

Como este reed-relê deve ser acionado por ume etapa dotada de um trensistor de baixa potência que não pode fornecer correntes maiores que 100 mA, devemos obrigatoriamente ter ume sensibilidede boa para termos os resultedos esperados.

O relê que descrevemos apresente uma sensibilidade bastante boa, podendo ser utilizado sem problemas no sistema que descrevemos nos artigos anteriores desta série e em outros que descreveremos futuramente.

Este reed-relê é acionado quando a corrente circulante em sua bobina é de 15 mA sob tensão de 1,5 V, o que corresponde a uma resistência de 100 ohms. Esse relê pode então ser usado em circuitos a partir de 1,5 V que disponham de uma corrente de pelo menos 15 mA.

Para a sue construção precisaremos de
1 reed-switch miniatura (2,5 cm de comprimento) - micro-reed-switch para correntes de pelo menos 500 mA
15 metros de fio esmaltado 32 AWG
Diversos fita isolante, fio encapado, papelão

Com relação ao reed-switch, como não se trata de componente crítico, qualquer um de dimensões apropriadas ou seja, entre 2,5 e 4,0 cm podem ser usados

A sensibilidade nos casos de variações dependerá do tipo de reed-switch usado, do número de espiras de fio esmaltado e da habilidade do contrutor. Em geral, podemos dizer que ela estará, ne pior das hipóteses, entre 10 e 30 mA o que está perfeitamente dentro dos limites exigidos para a maioria dos projetos de rádio-controle.

CONSTRUÇÃO

Prepare, com papelão fino, um tubo de aproximadamente 1 cm a mais do comprimento do reed-switch e com diâmetro tal que o reed-switch possa encaixar-se perfeitamente em seu interior (figura 12).

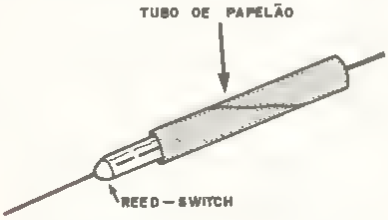


figura 12

Descasque (raspe) cerca de 1 ou 2 cm da ponta do fio esmaltado e solde-a ne ponta de um pedaco de eproximadamente 10 cm de fio de capa plástica fino, pren-

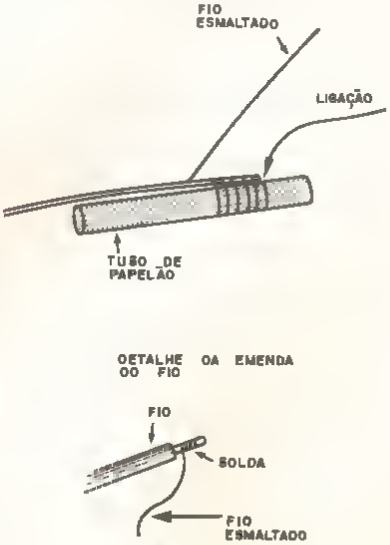


figura 13

dendo esse fio como mostra a figura 13, inicie o enrolamento da bobina.

A bobina consiste em cerca de 600 a 800 espiras de fio esmaltado (quanto mais, melhor a sensibilidade) enroladas de modo não obrigatoriamente ordenado no tubo de papalão.

Completando seu enrolamento raspe a ponta do fim do enrolamento e solde-a num fio da capa plástica conforme mostra a figura 14. Proteja o conjunto com uma camada de fita crepe ou fita isolante.

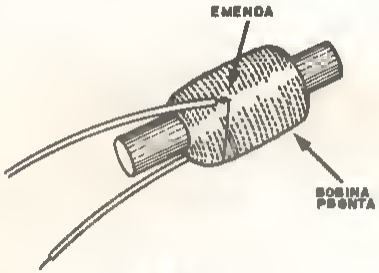


figura 14

O reed-switch será introduzido no interior da bobina e em seus terminais serão soldados fios de ligação.

Na figura 15 temos o reed-relê pronto.

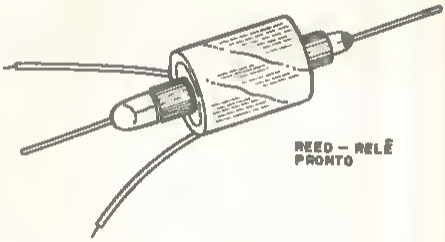


figura 15

CIRCUITO DE PROVA

Na figura 16 temos um circuito que visa obter uma prova do reed-relê no que se refere à sua sensibilidade.

Com o potenciômetro todo para a direita o reed-relê não deve ser acionado, ou seja, a lâmpada deve permanecer apagada. Vá girando-o lentamente para a esquerda até a lâmpada acender. Quanto menos você girar, maior será a sensibilidade do reed-relê.

Por exemplo, para o potenciômetro de 1 k, o disparo do circuito externo a 1/4 do giro (da esquerda para a direita) corresponde a uma sensibilidade da ordem da 15 mA (alimentação de 6 volts).

A escala dada na figura 16 ajuda o leitor a ter uma idéia do funcionamento de seu circuito.

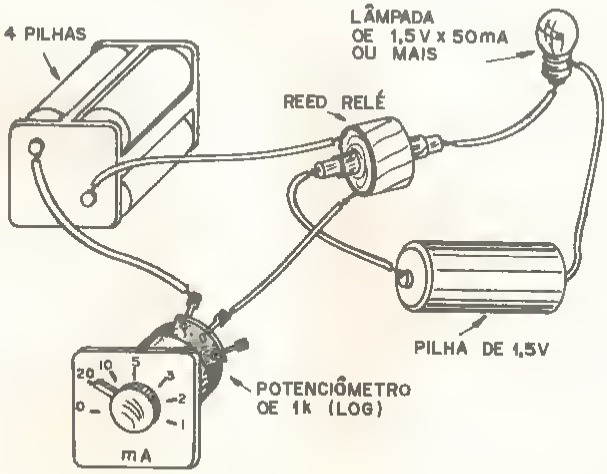


figura 16

MEDIDORES SELETIVOS

Francisco Bezerra Filho

INTRODUÇÃO

Os medidoras seletivoe eão muito uee-dos atualmente para medir respostas e/ou nível em sistemas que operam com média ou alta capacidada de canais telefônicos. Praticamente todos os medidores seletivos partem do mesmo princípio, não importa o fabricante ou a origem do mesmo. Neste artigo vamos tomar por base o conjunto de gerador e medidor PS-3 e SPM-3 da S & G (§). Esse conjunto é muito usedo por quase todas as concessionárias que operam no tarritório nacional. Neste artigo damos uma explanação geral do uso a suas aplicações mais comuns assim como dados técnicos e especificações em geral do conjunto gerador + medidor de sinais.

PORQUE O USO DO VOLTÍMETRO SELETIVO?

Quando desejemos medir o nível de um sinal telefônico transmitido via rádio ou linha física e junto com ela existem diversos sinais de interferência, se usarmos o voltímetro da banda larga convencional obviamenta obteremos uma leitura falsa, devido aos sinais indesejávais ou intarferentes presentes no ponto a ser medido. Como sabamos, o voltímatro de bande larga não distingue níveis, mede na realidade os níveis de todos os sinais que estão distribuídos ao longo do espectro do BB, não sendo possível distinguir os níveis individualmente, como podemos ver na figura 1.

O nivel lido pelo voltímetro de banda larga é uma somatória de todos os níveis distribuidos ao longo do espectro. Ao contrério desta, o voltímetro seletivo só mede

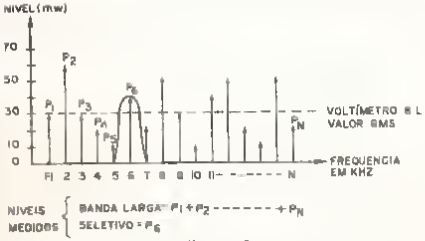


figura 1

o nível dos sinais que estão dentro de uma faixa muito estreita, determinade através de banda passante do filtro do medidor e, rejeitando os demais sinais que estão fore de sua banda passante, como podemos ver na figura 2.

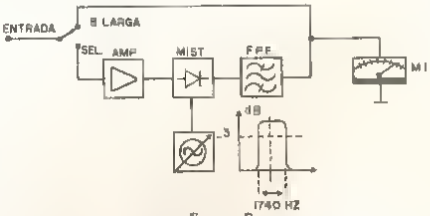


figura 2

O funcionamento do voltimetro seletivo está baseado no mesmo princípio do funcionamento do receptor heterodino de AM convencional.

Partindo desse princípio podamos sintonizar quelquer frequência ao longo do espectro. Na figura 2, temos o diagrama de blocos de um voltímetro seletivo que pode madir tanto seletivamante como em banda larga. O sinal recebido na entrada é

(§) W & G — Wandel & Goltarmann - alamã

aplicado a um misturador onde é feito o batimanto com o sinal geredo por um oscilador variável, convertendo o sinal recebido em uma freqüêncie intermediárie. A freqüêncie resultante é filtrada por um filtro com bende passente bem estreita, gerelmente de 1 740 Hz em torno da freqüência central. Assim, podemos concluir que, com o voltímetro seletivo é poaaível medir-se quelquer sinal desejedo ao longo do espectro e rejaitar os demais.

MEOIOOR SELETIVO SPM-3

É um medidor capaz de medir níveis de sinais em milivolts ou em dBm tento em banda large como am banda estreita, cobrindo uma empla gama de freqüências; desde 0,3 até 612 kHz.

Sendo muito útil para leventar e resposta de freqüência ponto por ponto ou pere medir niveis de potência dos sineis em sistemas de portadores com capecidade até 120 caneis telefônicos multiplexedos.

Oevido ao seu baixo nível de ruído intrínseco interno asaociedo â sua alte saletividade, pode ser uaado como medidor de distorsão harmônica ou como analiaador de espectro. Gerelmente asae tipo de medidor é leve e compacto, alimentado por energia da rede e/ou com beterie interna do tipo recarregável com capacidede de uso continuo por B horas; sendo por isso epropriado pare uso no cempo.

O medidor SPM-3 pode sar usedo em conjunto com o geredor de sinaia PS-3 formando um completo sisteme da medidas, embos podem ser sintonizados simultaneamente a pertir do medidor, através de ligação externa (ver figura 3). Com ease recurso torne-se a operação bem simples e rápida, sendo muito usado para medir resposta de freqüência em amplificadores de banda lerga ou pare levantar resposta de filtros ponto por ponto.

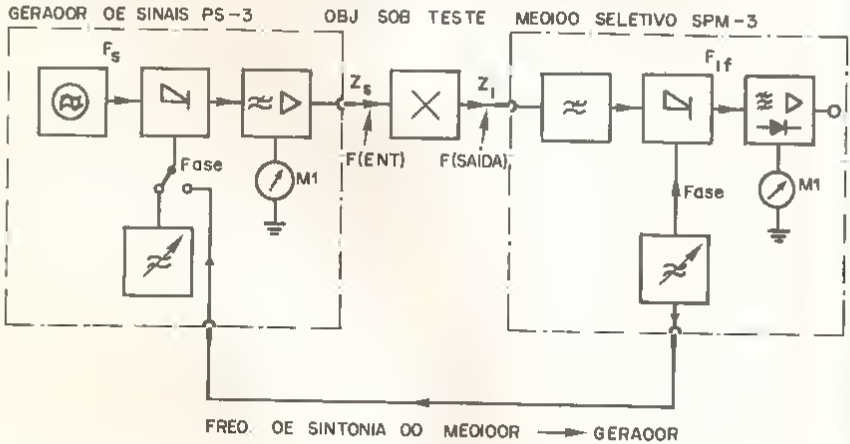


figura 3

O medidor seletivo SPM-3 tem diversas impadâncies de entrada como 75, 150 e 600 ohms, todas elas balanceadas. Além dessas, há uma entrade de alta impedância $Z_i > 5k\Omega$ usade pare medir níveis sobre uma linha já carregada ou sobra um ponto da alta impadância.

OESCRIÇÃO OO CIRCUITO

Na figura 4 temos o diagrame de bloco do medidor seletivo de menaira bem simplificada. O ainal de entrade é eplicado eo primário de T1 atrevéa dos terminais balanceedos A-B. Com a chave S1, podemos selecionar a impedância de entrada desejade. No secundário de T1 temos um atenuador resistivo em passos de 10 dB, onde podemos etenuar o ainal de entreda de -80 a +20 dB. O sinel na saída do atenuador vai a um amplificedor de banda ler-

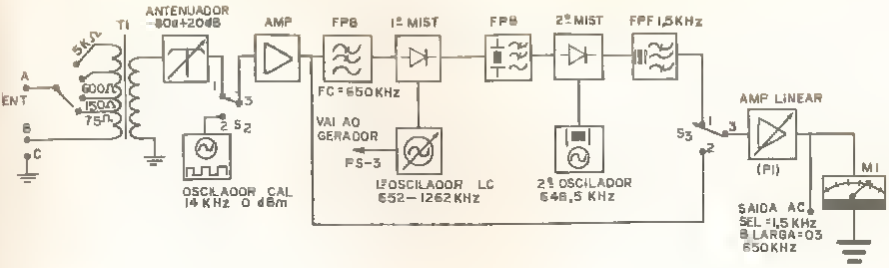


DIAGRAMA EM BLOCO DO MEDIDOR SELETIVO SPM—3

figura 4

ga. Na saída deste, o sinel tem dois caminhos, podendo ser medido em banda larga (posição 2 de S3) ou saletivamente (posição 1 de S3).

No caso da medida saletiva na saída do amplificador, o sinal vai a um filtro passa faixa, com freqüência de corte em 650 K Hz, rejeitando-se todas as freqüências que estão acima desta. O sinel é aplicado a entrade do primeiro misturador; na outra entrada é aplicada a freqüência gerada por um oscilador local, variável, do tipo LC, com freqüência de operação de 652 KHz a 1262 KHz, resultando na saída a 1ª freqüência intermadiária de 650 KHz. Essa, depois de ser filtrada e novamente aplicada a um segundo misturador e na outra entrade é aplicada uma freqüência fixa garada pelo segundo oscilador controlado a cristal com freqüência de 648,5 K Hz. Na saída, temos a 2ª FI com freqüência central de 1,5 K Hz, sendo esta selecionada por um filtro passa-faixa com freqüência central de 1,5 KHz e banda passante de ± 840 Hz, dando uma banda peasente total de 1740 Hz.

Ouando a chave S3 está ne posição SELETIVA, o sinal de 1,5 K Hz é aplicado ao amplificador linear de banda larga e daí ao medidor M1.

Em paralelo com o medidor temos uma saída, onda podemos ligar um registrador gráfico e monitorar a variação do nível de entrada em função do tempo, podendo-se controlar em banda lerga com freqüência de 0,3 a 1 612 KHz ou em seletivo na freqüência de 1,5 KHz.

A vantagem de usar-se dupla conversão reside no fato do medidor tornar-se mais seletivo e isento de sinal interferente. Na entrada temos um oscilador de onda quadrada com freqüência de 14 KHz e com nível de 0 dBm. Com a chave S2 na posição 2 podemos calibrar a sansibilidade do madidor variando-se o ganho do amplificador linear na saída.

OAOOS TÉCNICOS

1. Fraqüência de entrada .....
   de 2 kHz a 612 kHz
   divisão em 4 faixas;
   a) de 2 kHz a 150 kHz
   b) de 150 kHz a 300 kHz
   c) de 300 kHz a 450 kHz
   d) de 450 kHz a 612 kHz

2. Impedância de antrada .....
   75, 150 e 600 ohms

3. Nível de entrada:
   a) seletivo de -80 a + 2 0 dB / dB m
   b) Banda larga: -40 e +20 dB/dBm

GERAOOR OE SINAIS PS-3

O garador quanto às dimensões tem a mesma configuração do medidor visto anteriormente. É capaz de gerar freqüências de 300 Hz à 612 kHz com baixa distorsão a baixo nível de distorsão harmônica sendo por isso recomendado para teste de sistemas telefônicos via rádio ou linha física com capacidade de até 120 canais telefônicos. A freqüência de saída é dividida am 4 faixas com variação contínua sendo lida sobre uma escala graduada de fácil leitura e com ótima precisão de freqüência. O gerador PS-3 pode operar saparadamenta ou am conjunto com o medidor seletivo SPM-3 através do sistema de

escravizeção como podemos ver na figura 3.

O gerador funciona baseado no princípio de batimento de frequências. A freqüência de saída é obtida através de betimento entre dois osciladores, sando um de freqüência fixa e outro de freqüência variável. No caso de ambos operarem em sincronismo, o sagundo oscilador do gerador de sinais é desligado e usamos o oscilador do medidor através de ligação externa, como podemos ver na figura 3. Qualquer que seja o caso, ambos os osciladores operam em freqüência acima da fraqüência final.

O primeiro oscilador é formado por uma malha LC oscilando em uma freqüência fixa da 550 kHz. O segundo oscilador é formado por uma malha LC variável com freqüência variável da 650,3 kHz à 1262 kHz, como podemoa ver na figura 5. Na saída do filtro pasaa-baixo FPB (figura 6),

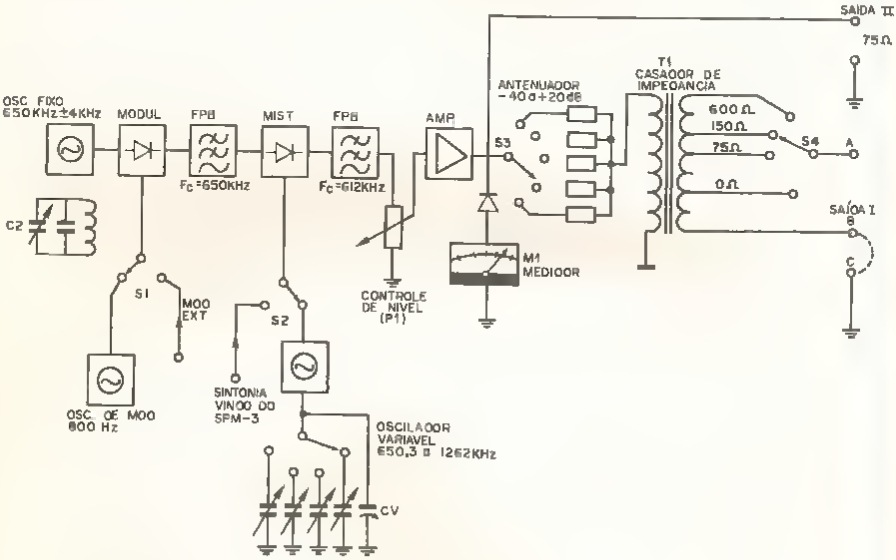


DIAGRAMA EM BLOCO DO GERADOR DE SINAIS PS-3

figura 5

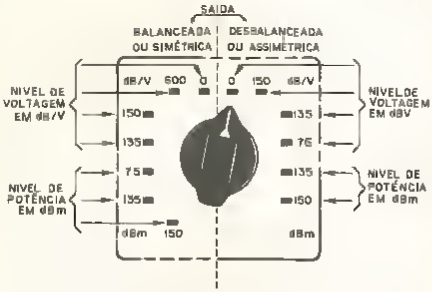


figura 6

temos a freqüência final do gerador resultante do batimento entre os dois osciladores, indo de 300 Hz à 612 kHz. O filtro tem freqüência de corte (ponto de -3 dB) em 630 kHz, só deixando passar para a saíde as freqüências qua estão abaixo desta e rejeitando as demais, inclusive os harmônicos resultantes do batimento. Após o filtro, o sinal é amplificado, sendo o nível de saída ajustado para um valor desejado através do atenuador S3 com a atenuação da 50 dB (-40 a +10 dB) em passo de 10 dB. O potenciometro P1 permite uma variação contínua de -20 a + 1 dB; esse nível é graduado sobre a ascala do medidor M1. O medidor mede a tensão de saída sobre a fonte, ou saja, gerador de força matriz, medindo o nível de saída tanto em tensão como em dB/dBm.

No secundário de T1 temos diversas impedâncias de saída: 0, 75, 150 e 600

ohms, podendo ser ambas balanceadaa ou não. Na figura 6 apresentamos o esquema de saida para diversas impedâncias; as Impedâncias da direita são não-balancaadas, e as da esquerda aão balanceedas. As primeiras são dadea em dB Volts (dBV) e as demais em dBm. O oscilador fixo permite uma pequena variação de ± 4 kHz em torno da freqüência central, variando-se C2. Essa variação é muito útil quendo vamos medir resposta do canal de voz ou banda passanta de filtros.

O oscilador fixo é modulado por um tom de 800 Hz garado internamente ou por um sinal modulante extemo com freqüência de 0,3 a 4 kHz.

Além da saída I temos uma segunda saída com impedância de 75 ohma (II) desbalancaada, sendo que o nível nesta saída não sofra influência do atenuador; seu nível só é controlado por P1 e lido diretamente no medidor M1. Esta saída pode ser usada para ligar um contador extarno para monitorar a freqüência de saíde.

DADOS TÉCNICOS

1. Freqüência de saída (em 4 faixes) .. 3D0 Hz a 612 kHz
2. Impedância de saída ..... 0, 75, 5D0 e 600 ohms
3. Nível de saída ..... - 4D a +10 dB/dBm
4. Tensão de saída ..... B mV à 2,7 V
5. Escala do madidor:
   e) n1vel da tensão 0 - 850 mV 0 - 2,7 V
   b) Nivel de potência:de-2Da 1 dB/dBm

Além desse medidor, há diversos outros com diversos alcences, mas todos eles, porém, do mesmo princípio.

Especialização em Eletrônica–TV a Cores

IPDTEL

Participe do mais atual curso de TV em Cores existente no Brasil. Único adotado e reconhecido pela:
ASSOCIAÇÃO OOS TÉCNICOS EM RÁOIO, TELEVISÃO E ELETRÔNICA DO ESTADO OE SÃO PAULO.
Rua Barão do Rio Branco, 45 - 4º andar - Sorocaba SP.
Tornando se aluno do nosso Curso, automaticamente você será inscrito como Associado desta entidade, recebendo sua carteira de membro desta entidade
Reconhecida de Utilidade Publica pela lei nº 1851 de 13 de fevereiro de 1976
Solicite folheto informativo.

INSTITUTO DE PESQUISA E DIVULGAÇÃO DE TÉCNICAS ELETRÔNICAS
Rua Oronsfield, 241 - Lapa - Cx. Postal 11916 - CEP 01000 - SP - Capital

Nome: _____

Endereço: _____ Nº _____

Cidade: _____ Estado: _____ Cep: _____

Peço enviar-me informações sobre como posso Tornar-me um Especialista em TV em Cores.

NÚMEROS ATRASADOS

no Rio de Janeiro

(a partir do nº 46)

Fittipaldi Jornais e Revistas Ltda
Rua São José, 35 - Lojas 126, 127 e 128
Centro

NÚMEROS ATRASADOS

PELO REEMBOLSO POSTAL:

(A PARTIR DO Nº 46)

À REVISTA SABER ELETRÔNICA

CAIXA POSTAL Nº 50450-S.PAULO-SP

CARTA RESPOSTA
AUT Nº 1.762
ISR Nº 40-2275/77
DATA: 19-09-77
SÃO PAULO

CARTA RESPOSTA COMERCIAL

NÃO É NECESSÁRIO SELAR ESTA SOBRE CARTA

O selo será pago por

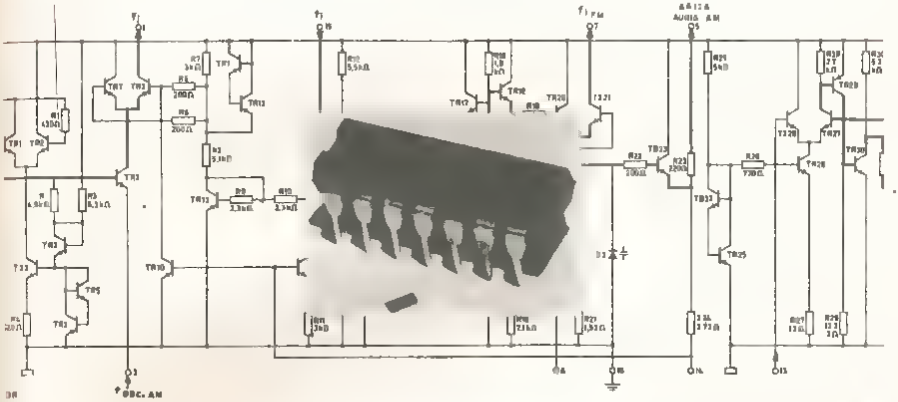
IPDTEL – INSTITUTO DE PESQUISAS E DIVULGAÇÃO
DE TÉCNICAS ELETRÔNICAS LTDA.

01098 – São Paulo

CIRCUÍTOS INTEGRADOS

FABRICAÇÃO E FUNCIONAMENTO

II — (CONCLUSÃO)



Carlos A. Nicolini

Componentes do Circuito Integrado

Os elementos que constituem um CI monolítico são os mesmos que se tem sob a forma discreta, ou seja, transistores, diodos, resistores, capacitores. A única exceção são os indutores, cuja integração de modo prático ainda não é satisfatória.

— Transistor integrado:

Transistor NPN: a principal diferença estrutural entre o discreto e o integrado é que o primeiro parte de um substrato tipo N que já é o coletor, e o integrado utiliza material P que será o suporte para todos os elementos do CI, e por isso não pode ser utilizado como coletor. Assim, o transistor precisa ter uma camada N, que é obtida por crescimento epitaxial sobre o substrato e que será o coletor. Com uma difusão de material P (boro) se obtem a região da base, e finalmente, material N+ (fósforo de alta concentração) formando o emissor. Portanto temos uma estrutura de quatro camadas e três junções, no lugar das três camadas e duas junções que caracterizam o elemento discreto (fig. 8).

a) transistor discreto *b) transistor integrado*

Fig. 8 – Estruturas básicas de um transistor discreto e de um integrado

No transistor integrado, o coletor, tipo N, está isolado dentro do substrato P e seu contato ôhmico N+ está na superfície e não na parte inferior do substrato, como é o caso de seu análogo convencional. Difunde-se material N+ para o coletor e emissor para que se tenha resistência ôhmica de contato extremamente baixa com a rede de interligação que se deposita sobre o cristal.

A construção do transistor integrado se faz acompanhar de elementos parasíticos (fig. 9) que não encontram similares nos convencionais. A resistência em série com

o coletor e o substreto (r_{SC}) se deve ao fato de corrente ter que atravesser e estreite

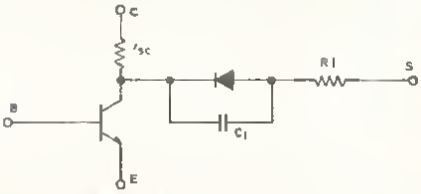


Fig 9 – Circuito equivalente do transistor integrado.

região do coletor antes de etingir o conteto na superfície, o que não ocorre com o componente discreto que tem a éree do coletor, bastente grande. O diodo introduzido pere isolemento, é responsável pela cepecitância e a resistência entre o substrato e e região etive do trensistor.

Pere se contorner o problema da resistência r_{SC}, utiliza-se uma "cemede oculta" de material N+ (no ceso, arsânio) localizede entre a camede epitexiel N e o substrato P (fig. 10), que oferece condução da beixa resistência em parelelo com a região do

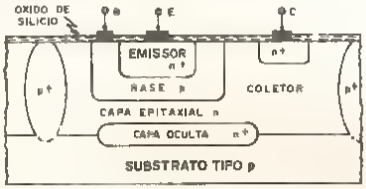


Fig 10 – Corte transvarsal da um transistor mostrando a camada oculta N+

coletor, reduzindo-se assim a resistência r_{SC}. A camade oculta N+ é difundide no aubstreto P antes do crescimento epitaxial N do coletor e por isso se utilize ersênio como meteriel N+ , pois este poaaui temperatura de difuaão muito superior ao boro e fósforo, elém de menor coeficiente de difusão. Teie exigânciea aão neceasériea para que, ume vez difundida e camada oculte, não venha a sofrer altereções quendo da difusão des demais cemedes contendo fósforo ou boro. A fig. 11 mostra o trensistor integredo bipoler NPN viato da cime e seu corte transversel.

— Transiator PNP: o substreto P, o coletor N e a base P de uma transistor NPN, formam um trenaiator PNP perasítico de qualidade e ganho muito beixos, que, geralmente, não pode ser utilizado. Como em muitos circuitos hé necessidade de

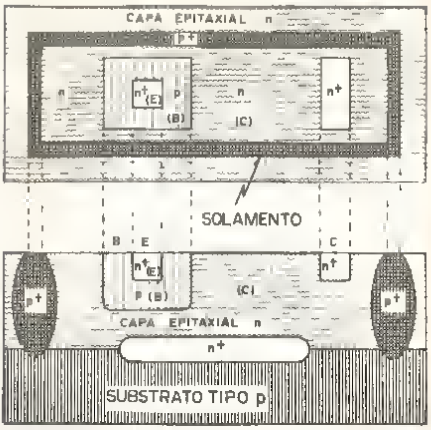


Fig. 11 – Transistor bipolar intsgrado NPN visto da cima e em corte.

transistores de embes es polaridedes, uma solução, serie ume difusão edicionel. Poderíamos difundir meterial P+ ne região N+ do emissor, transformendo este em base e criendo um novo emissor (fig 12).

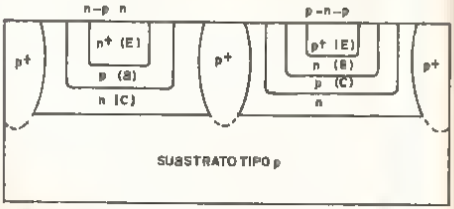


Fig 12 – Transistor PNP formado por uma difusão adicional

Mas iaso serie antieconômico, pois seriam necessáriaa todes es fases de oxideção, eplicação de máscares, etc. Pare superar o probleme criou-se o transistor PNP "horizontel" ou "lateral" (fig. 13). Assim designado por comperação com o enterior (fig. 12) onde ae cemades estevem ordenedas de forme vertical. Possui o amiasor e o coletor (ambos P) formedos pele difusão da bese P de um trensistor NPN, sendo que o coletor envolve completemente o emissor. A cemede epitexial N é e bese que se lige com o contato na superfície atrevés da região N+

A ventegem do trensistor leterel está no feto de não necessiter nenhum processo adicionel ao já usedo pera os NPN, mes tem tembém algumes desventegens,

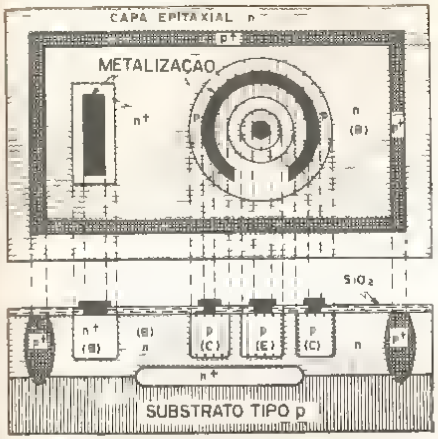


Fig. 13 - Transistor integrado PNP lateral ou horizontal

como por exemplo a formação do transistor PNP parasítico, através do substrato P, da camada epitaxial N e do próprio coletor P. O efeito parasítico surge porque as lacunas que saem do emissor para a base são absorvidas tanto pelo coletor como pelo substrato, reduzindo o ganho. Para atenuar o efeito, utiliza-se uma camada oculta N+ que cria um potencial positivo, servindo de barreira às lacunas.

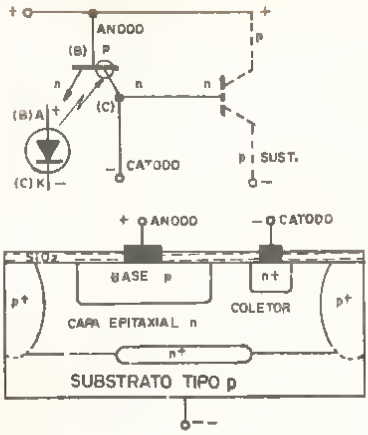
— Diodo Integrado: Basicamente todas as estruturas de componentes integrados, são a do transistor, uma vez que é economicamente inviável construir, principalmente dentro do mesmo CI, estruturas diferentes com todos os seus passos de fabricação, para elementos diferentes.

O diodo não foge à regra, e é simplesmente uma junção PN de um transistor NPN. Na fig. 14 têm-se os dois modos de utilizar o transistor como diodo num CI:

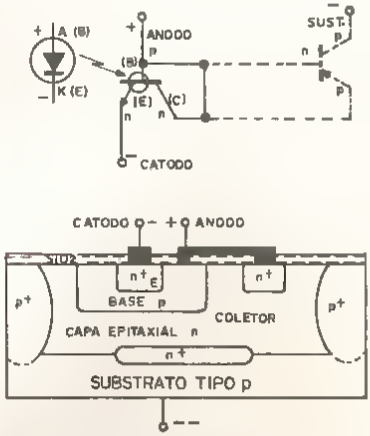
a) diodo coletor-base, onde o coletor N é o catodo e a base P, o anodo;

b) diodo emissor-base, onde o catodo é o emissor e o anodo, e base.

O primeiro tem uso limitado, pois com a polarização direta da junção coletor-base (catodo-anodo) aparece a ação parasítica do transistor PNP formado pelo substrato P, pela camada epitaxial N e pela difusão P da base do transitor NPN (para se fazer o isolamento, o substrato deve ser ligado ao potencial mais negativo do circuito). O segundo é o mais utilizado. Recorrendo-se a um curto-circuito entre e base e o cole-



a) Diodo coletor - base



b) Diodo emissor-base

Fig. 14 - Diagramas dos transistores usados como diodos e suas estruturas correspondentes

tor, evita-se o funcionamento parasítico dos transistores NPN ou PNP, este último, devido a potenciais induzidos na camada epitaxial (coletor do NPN).

A camada oculta N+ , aqui encontrada, tem o mesmo efeito (reduzir a resistência r_{SC}) daquela encontrada em transistores.

— Capacitor integrado: O efeito capacitivo parasítico das junções PN, é aqui aproveitado, não como parasítico mas como efeito principal. Tem-se assim capacitores que praticamente são diodos inversamente polarizados e com duas formas básicas:

a) junção base-emissor, de elevada capacitância por unidade de superfície e baixa tensão de ruptura (≃ 7V);
b) junção coletor-base, de baixa capacitância por unidade de superfície, e elevada tensão de ruptura (≃45V) (fig. 15).

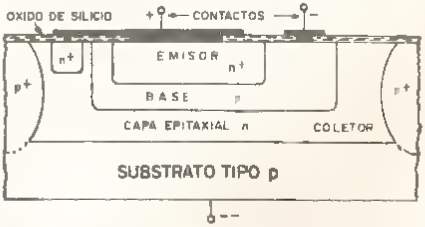


Fig. 15 - Estrutura básica de um capacitor base-emissor.

Em qualquer caso, as capacitâncias são muito baixas (da ordem de 100 pF) exigindo grande áreas do CI, motivo pelo qual, para valores maiores prefira-se usar componentes discretos externos. Mas o principal inconveniente é o fato da capacitância depender diretamente da tensão inversa aplicada, obrigando a manutanção de uma tensão da polarização adequada.

— Resistor integrado: Este é o componente que tem menor semelhança com seu análogo convencional. A técnica básica consista na modificação da resistividade de uma região de placa de silício, através da difusão de materiais que alteram a concentração dos portadores (tanto de elétrons como lacunas), de modo que o valor do resistor passa a depender da profundidade da difusão, da concentração, do material e obviamente da área do resistor. Apesar de três variáveis, duas estão presas a outros fatores: a concentração e a profundidade estão vinculadas aos transistores, pois o processamento do resistor é simultâneo com a difusão da base ou do emissor. A única variável que realmente determinará o valor final do resistor, passa a ser a área na superfície da placa. Novamente por questões econômicas não se costuma incorporar resistores maiores que 50kΩ .

A seção transversal da fig. 16a mostra o resistor da difusão de base, que é o mais comum, onde o isolamento é feito pela polarização inversa da junção, substrato P, camada epitaxial N, e também pela junção de camada epitaxial com a região P do resistor. A camada epitaxial é ligada ao mais alto potencial positivo do circuito, o que assegura proteção contra os efeitos do transistor parasítico PNP - Substrato P, camada epitaxial N e resistor. Na fig. 16b tem-se o aspecto muito ampliado, de um resistor composto de outros, ligados em série.

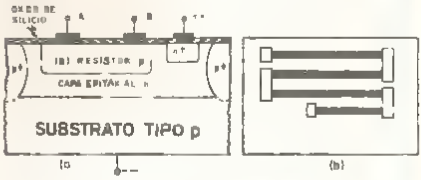


figura 16

a) Corte transversal de um resistor de difusão de base.
b) Aspecto de um resistor formado de vários resistores ligados em série

Formação simultânea dos elementos de um CI monolítico: Na construção de um CI monolítico, todos os elementos são formados simultâneamente seguindo a técnica do transistor que é a mais extensa e complexa.

Para maior clareza vamos descrever os passos de formação de um circuito hipotético (fig. 17) com os terminais de saída numerados como se indica. Na fig. 18 temos o corte de seção transversal em cada etapa. E na fig. 19, o aspecto final, antes e depois da aplicação dos condutores metálicos de ligação.

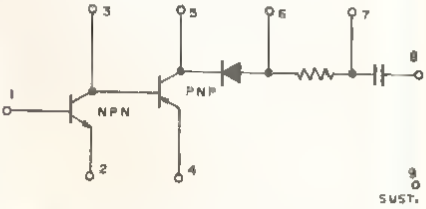


Fig. 17 - Circuito utilizado como exemplo de construção. Processo é mostrado na fig. 18.

1 —Início do processo com a oxidação da superfície superior da placa de silício que será o substrato tipo P de 0,25 mm de espessura.
2 —Pelo processo fotolitográfico, janelas são abertas nos lugares determinados pelas máscaras, e nelas se difundem

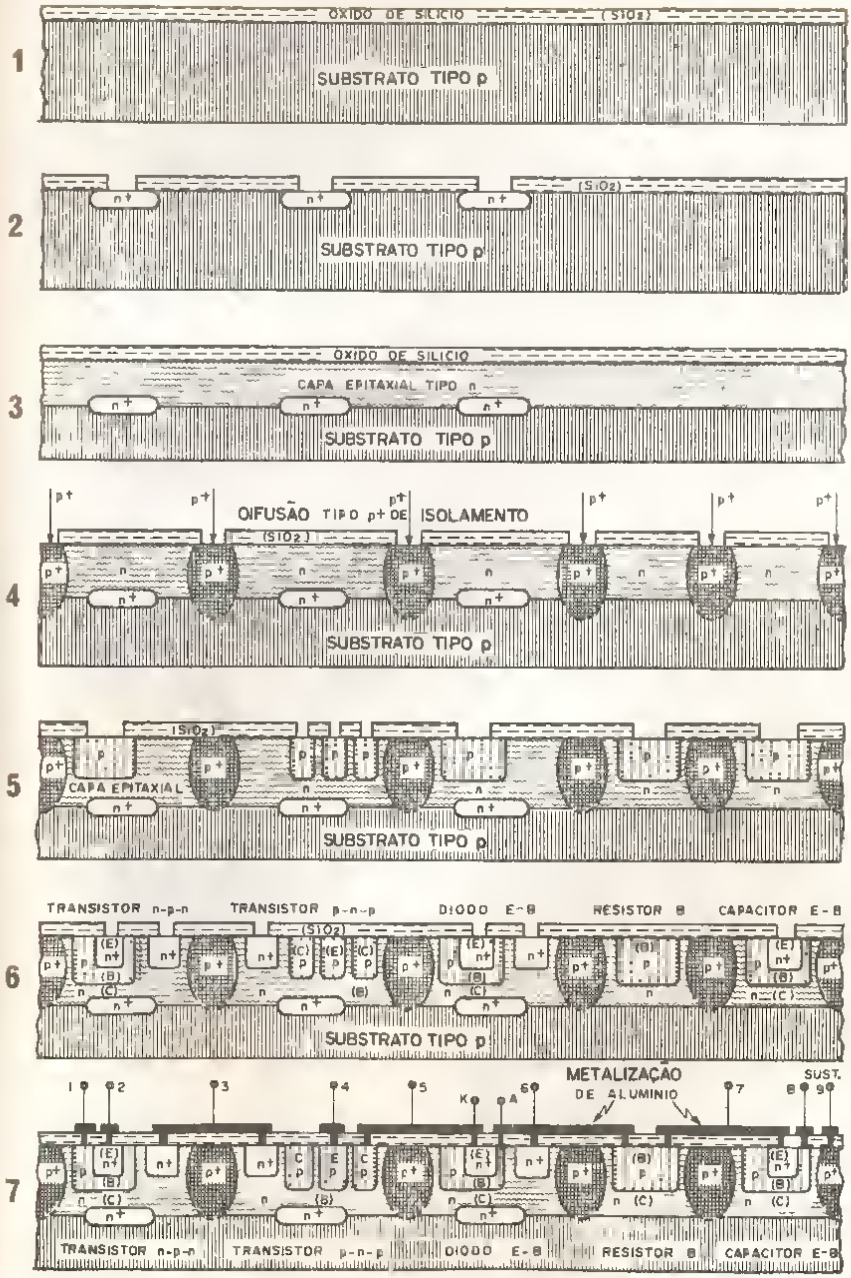


Fig. 18 Passos de formação simultânea dos componentes do circuito da fig. 17.

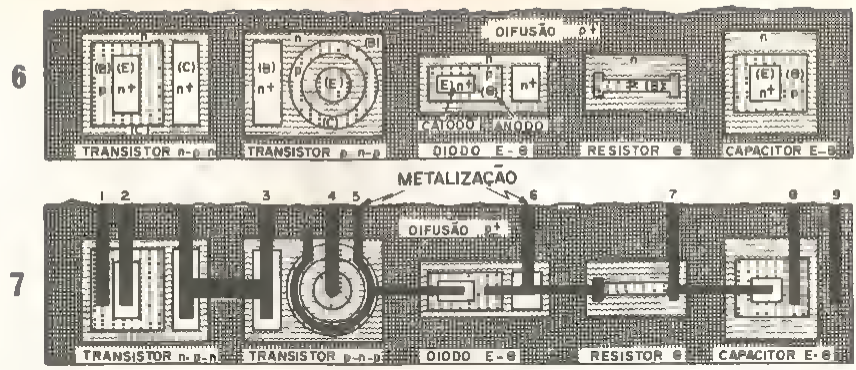


Fig. 19 - Viste superior dos itens 6 e 7 de fig. 16. O óxido não foi eliminado.

arsânio para formar as camadas ocultaa N dos transiatoraa e do diodo. Apóa a difuaão toda a superfície é novamanta coberta por óxido para proteção, antes da próxime atapa.

3 —Eliminado todo o óxido, faz-se creacar uma camade apitaxial tipo N (por adição da antimônio) até a espeasura da 10 microns. Cobre-sa de óxido novamante.

4 —Novas janelaa aão feitaa, agora para a fase de isolemento, atrevés da difuaão de boro da alta concantração (P+). Esta difusão cria verdedairaa ilhas, onda aerão deaenvolvidos oa componentes. Maia uma cemade da óxido á dapositada.

5 —Novo processo da ebertura de jenalea para difusão da Boro (P) qua formará as regiõaa correspondantea à base do transistor NPN, colator e emissor do PNP, anodo (base) do diodo, ao resistor e ao eletrodo P do capacitor. Nova camada de óxido é dapositada.

6 —As janelas desta atapa são feitas pera permitir a difusão do fósforo de alta concentração (N+) para aa ragiões: amissor a contato N+ do coletor do tranaistor NPN; ragião de ligeção da base do transistor PNP; catodo do diodo; contato do coletor do diodo E—B a o eletrodo N do capacitor. Torna-se a oxidar.

7 —Como última etapa, retira-se o óxido das ragiões qua necassitam da ligaçõaa e por vaporização se deposita uma camada de alumínio da qual, medianta a técnica fotográfica das máscaras e corrosão, obtém-se condutores metálicos para as interligaçõas doa divaraos elemantoa, bem como para oa terminaia extarnos.

Na fig. 20, tamos a raprasentação de um transistor NPN visto de cima, mostrando os filetaa matálicos que fazem aa ligações internas a axtarnas do componante, através das "regiõas da contato", muito maiores que os pontoa da contato nos componentes, para facilitar as ligações e os tastes da dasempenho.

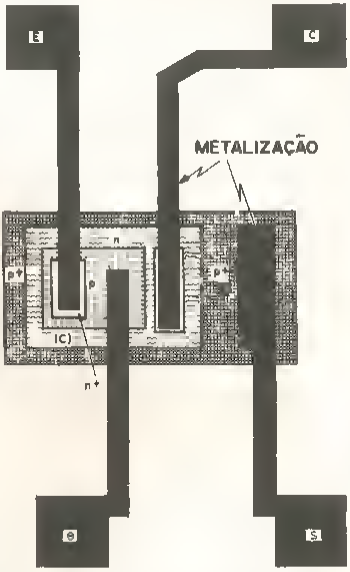


Fig. 20 - Aspecto de um transistor integredo NPN com sues regiões de conteto pera o emissor, coletor, base e substrato

Todas aa pastilhaa de circuito integrado são testadas individualmente ainda no dis-

co, por um computador que possui pontas da prova destinadas a tocar as regiões de contato, medindo e comparando com as especificações. Havendo discrepâncias, o dispositivo da teste cobre a placa com uma tinta indelével para identificação quando do corte do disco. As pontas de prova possuem tanta precisão a rapidez que se torna extremamente difícil acompanhar o movimento de subida e descida das pontas sobre as placas.

A fotografia da fig. 21 mostra um circuito integrado típico, ampliado muitas vezes. A área real de uma CI pode variar muito, por exemplo, um amplificador de três etapas necessitará de 0,2 mm², mas um circuito digital comum, de 15 portas precisa de 4,55 mm².

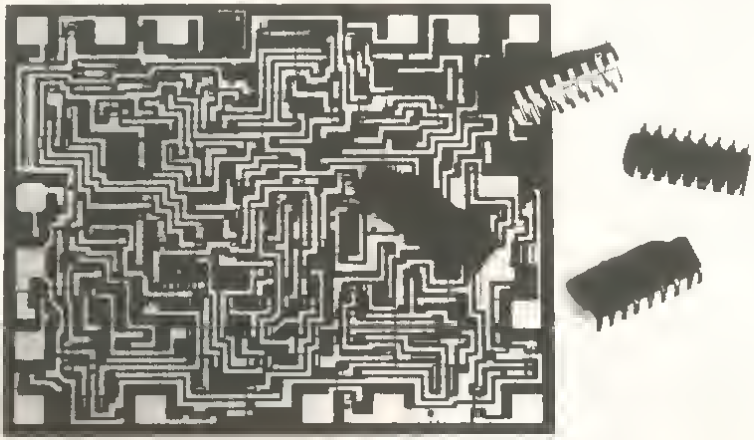


Fig. 21 - Vista típica de pequeno de um circuito integrado.

O corte do disco contando as placas é feito com uma ponta finíssima de diamante e a separação, mediante pressão. Exatamente como se faz para cortar um pedaço de vidro. As placas pintadas (defeituosas) são refugadas e as aprovadas passam para a fase de encapsulamento. O processo se inicia ao fixar a placa do CI a um suporte metálico por meio de um material de baixo ponto de fusão como ligas de ouro-germânio ou ouro-silício, com o suporte previamente aquecido e temperaturas entre 350 e 400°C.

As ligações entre as regiões de contato da placa e os terminais externos são feitas por termo-compressão ou mais recentemente por ultra-som. No sistema de termo-compressão a técnica de "união por esfera" (fig. 22), é muito comum e emprega um fio de ouro de 25 microns de diâmetro,

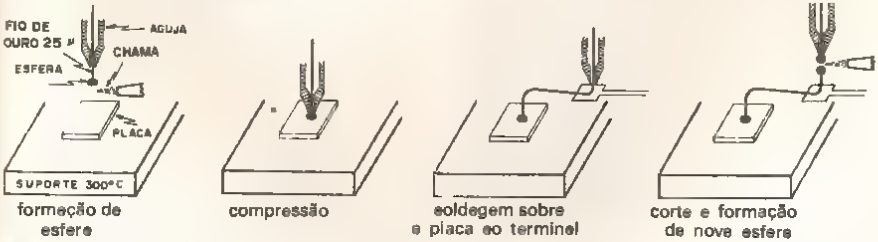
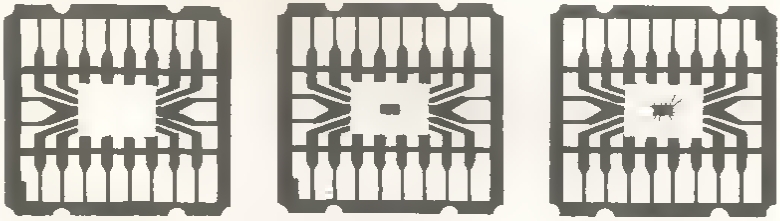


Fig. 22 - método de interligações por termo-compressão

conduzido por uma agulha capilar de tungstênio. Com uma chama de hidrogênio, forma-se uma bolinha na ponta do fio (esta é a razão de se usar o fio de ouro, outro material não forma a bolinha). A agulha leva a bolinha a tocar a região de contato, momentâneamente aquecida a 300 °C, soldando o fio de ouro firmemente. Desloca-se a agulha até o terminal externo que possui uma fina camada de

ouro na região a ser soldada, onde se fixa o fio, também por termo comprassão. O corte do fio é feito pela chama que já faz outra bolinha para a próxima ligação.

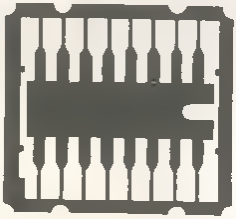
Após ter sido soldado nos terminais, o CI é encapsulado em plástico - (fig. 23) com os terminais de ambos os lados (DIL — "double in lina") ainda curto-circuitados, depois cortados a dobrados para baixo (fig 24). Finalmente, a última série de testes para controla de qualidada do produto final.



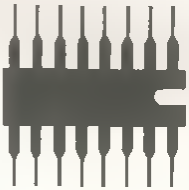
Suporte da placa com o centro dourado

placa termicamente soldada ao suporte

ligações da placa aos terminais, com fios de ouro



encapsulamento em plástico e base de resina de epoxi



Aspecto final antes do dobramento dos terminais.

Fig. 23 -Processo de encapsulamento de um CI. Após o corte final dobram-se os terminais para bai-

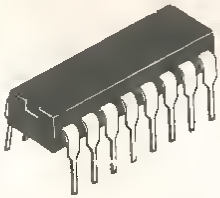


Fig. 24 - Circuito integrado no encapsulamento DIL (double in Line).

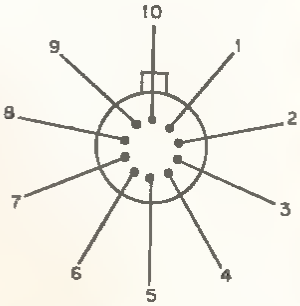


Fig 25 - Numeração dos terminas em encapsulamento metálico visto de baixo.

Numeração dos terminais: Os circuitos Integrados, tal qual as válvulas a vácuo, possuam nos asquemas eletrônicos, um simbolo com terminais indicados por números que correspondam às entradas ou saídas do circuito.

Em invólucros metálicos ou terminais são numerados do mesmo modo que nas válvulas: visto da baixo, em sentido horário, começando o nº 1 depois do guia (fig. 25).

Para os encapsulamentos plásticos (fig 26) os terminais são contados (vistos de cima) em santido anti-horário a partir da marca (rebaixo) existante numa extremidade do CI, da forma que se a colocarmos à asquerda, o terminal 1, será o imediatamente abaixo dasta marca. O que é exatamente a masma coisa com relação aos metálicos, mas que se justifica uma vez

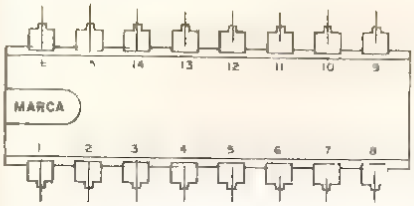


Fig 26 - Numeração dos terminais no encapsulamento DIL visto da cima

que no encapsulamento DIL se tam acesso aos terminais também pelo lado de cima, mesmo depois de soldedo ao circuito impresso. Visto o diagrama do circuito imprasso (por baixo de todos os componentes) a contagem de terminaia para um e outro é a mesma.

Recomendeções para o manuseio dos CIs. Fazendo-se a distincão entra os dois grendes grupos de CIs, os digitais e os lineares, pelo fato dos digiteis exigirem conhecimentos da teoria da lógica e e existência de instrumentos especialmente projatados para reparos em circuitoa ou aparelhos digitais, voltaremos nossa atenção para os CLs, lineares, no que tange a reparos a manutenção de aquipamantos que utilizem circuitos integrados.

Basicamente os linaaras, operem com um sinal que varia com o tempo, em forma de tensão ou corrente, que podem ou não estar moduladoa. Assim, quando necessitarmos reparar um aparelho com CIs, deveremoa tomar elguns cuidedos, devido à complexidade das funções, e à sua fragilidade quanto a sobretensões, ou incrementos de temperatura, o que não á tão crítico para os transistores e muito manos para as "enormes" válvulas eletrônicas. Em compensação, a confiebilidede e a vide útil á muitas vezas maior para os CIs.

Todes as precauções já tomadas pere o manejo doa transistorea davem ser utilizedas no caso de CIs, levando-se em conta ainda estas observações:

1 —O CI pode deteriorer se um componente do circuito externo, em meu funcionamento, provocer tensões excessives ou polerizeções errôneas;

2 —Como um CI não pode ser consertado, não vale a pena tentar-sa detecter o defeito espacífico deste componente;

3 —Antes de se substituir um CI deve-se ter carteza de que o defeito está realmante localizedo nele, pois a repetição do processo de retirada a colocação por meio de solda, prajudica os terminais a pode enfraquacar a união do cobra com a placa de fenolite do circuito impresso.

4 —Dave-se iniciar a verificação do circuito com defeito pelo CI, que será o ponto da raferência, pois com os valores de tensão lidos, a comparação com os valores recomendados pelo fabricente, é imediata. Havendo discrepãncias consideráveis parte-se para o exame critarioso de todos os componentes discretos do circuito;

5 —Estando o circuito externo correto, efetua-se nove medição nos terminais do CI, sampre tomando o máximo cuidedo para não medir o terminal arredo ou tocar com a ponta de prove em dois terminais simultêneamente, o que obviamente ocasionará leitura errônea podendo, dependendo do ceso, danificar irremediavelmente o CI;

6 —Também nos casos de falta de ganho ou perda de sinal, o procedimento á o mesmo do item antarior, juatificando-se es violentaa variações, quando do mau funcionamento, pelo fato de cada seção do CI ester acoplada por c.c., desde a entrada até e seide;

7 —Finelmente constetado o mau funcionamento do CI, pela excluaão do circuito extarno, a subatituição deverá ser feita por outro de caracteristicea idãnticas, pois como utilizam corrantes e tensões diminutas, um CI de características "próximes" poderá ser imediatamente danificedo se o circuito externo não lhe for edequado. A colocação do novo CI devará ser e melhor poasível pera se ter reaiatência de contato bastente baixa. Este fetor é mais crítico que nos componentes discretos, davido ao maior ganho doa elementos integrados e consequentemente meior propensão a auto-oscilaçõea e distorcões dos sinais envólvidoa.

ASSINATURAS

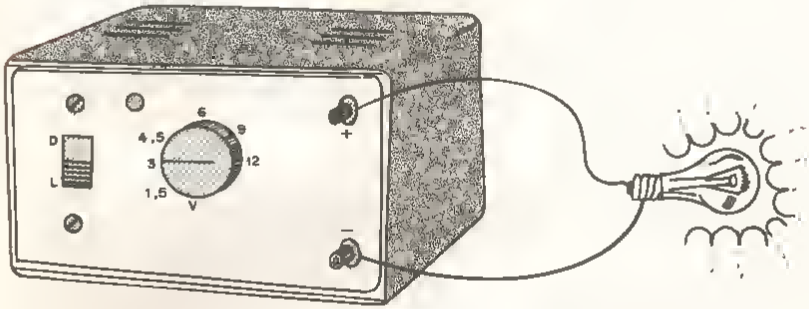
ATENÇÃO

Conforme periodicamente publicamos não aceitamos (ainda) assinaturas.
Obviamente quando da ocasião avisaremos através de nossas páginas. ***Indivíduos , em diversos Estados, estão usando o nome desta Revista para suposta venda de assinaturas.***
Denuncie-os às autoridades policiais.

Editôra Saber Ltda.

Revista Saber Eletrônica

FONTE DE ALIMENTAÇÃO PARA A BANCADA



Descrevemos uma fonte de alimentação para tensões antra 1,5 a 12V, ou saja, um circuito que pode fornecer as tensões que normalmente são obtidas a partir da pilhas, servindo portanto para alimantação de radinhos, gravadoras, a de praticamente todos os aparelhos que dascravemos em nossaa publicaçõas. A economia da pilha que ele proporcionar compensarã plenamente sua montagem.

Radinhos portãteis, transmissores da AM e FM, pré-amplificadores da audio, a muitos aparelhos transistorizados utilizam como fonte de alimentação pilhas as quais associadaa fornecam tensões entra 1,5 e 12V.

Para os leitoras qua costumam raalizar divarsas montagans, o gasto com pilhas pode tomar-se elevado, principalmenta nos casos am que os aparelhos axijam um consumo alevado. Assim, para estes caaos é muito mais conveniante deixar o uso da pilhaa somante para os casos em que o aparelho saja uaado fora da oficina, e nasta utilizar uma fonte de alimentação que utilizarã a anergia da rade local. A economia serã enorma naste caso, pois o custo da energia vinda da tomada é muito menor que a energia obtida de pilhas. Nesta caso, o que dascravemos é justamante uma fonte que nos permita obter as mesmas tansões contínuas que as fornecidas por 1, 2, 3, 4, 6 e 8 pilhas ligadas em séria, o que corresponda em tensõea a 1,5 , 3 , 4,5 , 6 , 9 a 12V. E, o mais importante é qua a corrente máxime sendo de 1A, corresponda a uma capacidada maior que a das pilhas de tamanho grande. (figura 1).

É claro qua ao se falar am fonte de alimantação, aliminador de pilhas, atc, muitos pansam que um simples transformador resolve.

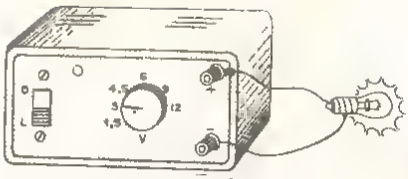


figura 1

Não é o caso. Para obtermos baixa tensão contínua a partir de rede de 110 ou 220 V é preciso muito mais do que um simples transformador.

O circuito de uma boa fonte de alimentação deve ser estável, não sofrer variações da tensão de saída com a mudança da corrente fornecida, e não possuir ondulações que possam introduzir roncos nos aparelhos de áudio alimentados. (figura 2).

É claro que a tudo isso poderíamos acrescentar uma regulagem eletrônica, proteção contra curto-circuitos, etc.

No nosso caso, fornecemos o projeto de uma fonte de alimentação que poderá ser de grande utilidade na bancada do experimentador por fornecer as tensões que normalmente são utilizadas pela maioria dos projetos práticos, como também porque além de pouco dispendiosa é de simples construção.

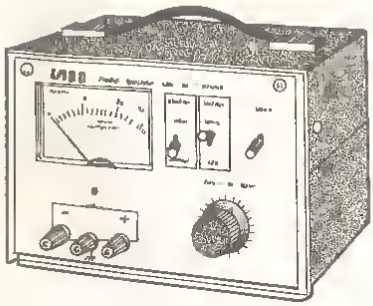


figura 2

Como sempre, até mesmo os que pretendem começar agora com suas experiências e montagens eletrônicas, poderão montar sua fonte e terão facilidade em executá-la pois o projeto é bastante detalhado.

COMO FUNCIONA

Podemos converter 110 ou 220 V de tensão alternante em cerca de 1,5 a 12 V de tensão contínua sob corrente máxima de 1 A por meio de um circuito de "fonte de alimentação". Para analisar como funciona essa fonte, podemos dividir esse circuito em quatro etapas. (figura 3).

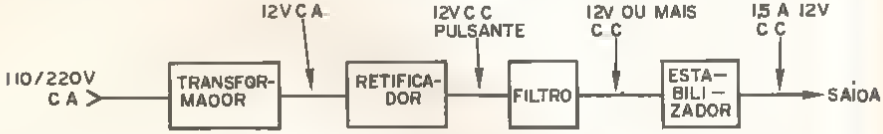
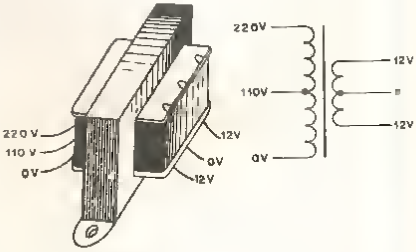


figura 3

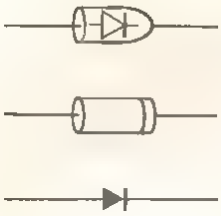
a) A primeira etapa é formada por um transformador, cuja finalidade é abaixar os 110 ou 220 V da rede de alimentação, conforme seu caso, em cerca de 12 V de tensão, alternante ainda. Observe o leitor que o transformador simplesmente abaixa a tensão nesta caso, não mudando seu tipo, o que significa que na saída de um transformador ainda temos tensão alternante e não contínua, sendo esse o motivo pelo qual um simples transformador não serve para se fazer a fonte sozinho. (figura 4)



TRANSFORMADOR E SIMBOLO

figura 4

b) A segunda etapa é a retificadora que é formada por dois diodos cuja função é transformar a corrente alternada em contínua, ou seja, proceder a retificação. Essa função é exercida aproveitando a propriedade de conduzir a corrente num único sentido (figura 5). Assim, apóa o diodo já temos corrente contínua, ea bem que esta seja do tipo pulsante, imprópria portanto



DIODOS E SÍMBOLO

figura 5

para alimentação de maioria dos aparelhos pelo zumbido que introduz.

c) A terceira etapa consiste no filtro que tem por função eliminar as ondulações da corrente obtida na saída do retificador. O que ocorre é que na corrente pulsante obtida na saída do retificador temos cerca de 120 picos de corrente em cada segundo, que, se forem aplicados a um amplificador de áudio, por exemplo, se traduzem num ronco. Um capacitor eletrolítico de valor elevado atua como reservatório de energia eliminando as ondulações. (figura 6).

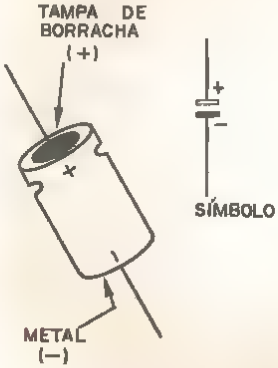
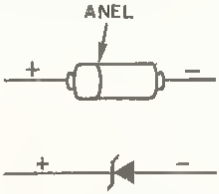


figura 6

d) Temos finalmente a etapa reguladora que consta de um transistor de potência o qual conduzirá a corrente de modo que o circuito alimentado receba a tensão que desejamos. Para esta finalidade, deve-se ter uma referência de tensão para este componente a qual consiste em diodos zener. O transistor entrega então à saída do circuito uma tensão sempre 0,6 V menor que a tensão de referência (esse tensão de 0,6 corresponde à barreira de potencial de sua junção emissor-base). Assim, para obtermos 1,5 V na saída usamos um zener de 2,1 V. Para obtermos 3V, usamos um zener de 3,6 e assim por diante. (figura 7)

Como queremos diversas tensões de saída, usamos diversos diodos zener, os quais são ligados ao circuito por meio de uma chave seletora.



DIODO ZENER E SÍMBOLO

figura 7

Se o leitor quiser poderá obter outras tensões de saída, desde que não ultrapassem a tensão fornecida pelo secundário do transformador.

Acrescentamos à fonte um LED (Diodo Emissor de Luz) o qual, atuando como uma pequena "lâmpada" indica quando a fonte se encontra ligada.

Um fusível de proteção é também ligado à entrada para o caso de curto-circuitos acidentais.

MONTAGEM

O projeto original utiliza um transistor do tipo 2N3055 como estabilizador, se bem que transistores de menor potência também possam ser empregados. O motivo que nos leva a escolher este transistor é sua facilidade de obtenção e o fato de que, como pode resistir correntes muito maiores que a de fonte, é praticamente imune a curto-circuitos que possam ocorrer acidentalmente. Se forem utilizados transistores equivalentes de menor potência como o BD135, BD435, deve-se ter bastante cuidado no manuseio da fonte, no que se refere a possibilidade de curto-circuitos acidentais. (figura 8)

De qualquer maneira, os transistores de potência, devem ser montados em dissipadores de calor, que podem ser adquiridos prontos, feitos com uma placa de metal, ou ainda utilizada a própria tampa traseira da caixa em que for montada a fonte, se esta for de metal (figura 9).

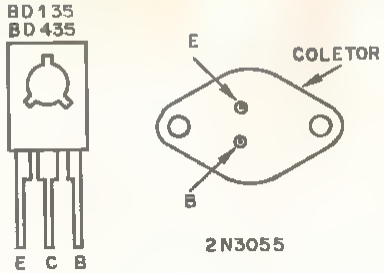


figura 8

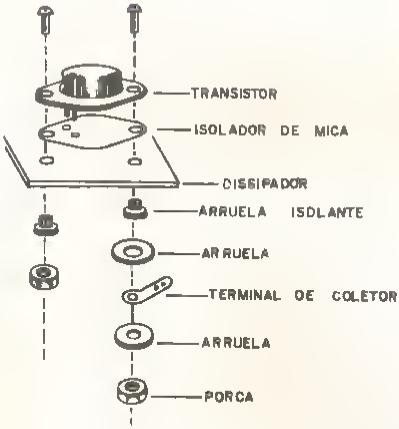


figura 9

Descrevemos a montagem doa componentas tanto am ponte de terminais (figura 10) como em placa da circuito impraso (figura 11). O disgrama é mostrado na figura 12.

O aparelho pode sar instalado numa caixa da madaira, plástico ou metal. Apanaá no caso de ser utilizada uma caixa de matal devam ser tomadas precauções com isolamantos, principalmante se sua tampa for usada como dissipador para o transistor de potência.

Para a montagem am ponte da terminais, siga a seguinta aaquência:

a) Solde oa diodoa nas posiçõaa indicadas, atendendo para aua polaridada a qual é dada pelo anal em seu corpo, ou ainda palo símbolo gravado.

b) Solde o capacitor aletrolítico, obsarvando também para o caao daste componante a sua polaridada.

c) Solde o raaistor da 470 ohms e façe com fio rígido ou flaxível as damais conexõas na ponta da terminais.

d) Faça a aoldagem dos diodos zenar na chava comutadora, atantando para sua posição qua dava sar obadacida. Obsarve os anéis no corpo dasses componentes.

e) Instale o transformador, suporta de fusíval, chava da ligar a daaligar, bornes, chava comutadora a LED na caixa.

f) Internamente procada a ligação desses componentaa conforme mostra o dasanho (figura 10).

g) Faça o acsbamento da parte frontal, colocando uma aacala pera a chava comutadora, fixando seu botão, e fazendo as demais marcaçõas que julgar importanta.

PROVA E USO DA FONTE

Completade a montagam, confira todaa aa ligações e se tudo estiver em ordem, ligue a unidade à tomada. Na saída do borne ligue um aparelho que funcione com uma das tensões que a fonte fornece, tendo o cuidado da antas colocar a chava selatora de tansões na posição correspondente.

Ligue por axamplo uma lâmpada piloto de 6V ou 12 V, dasde que seu consumo saja infarior a 1A.

Dave haver o funclonamanto normal do aparelho ou acendimento normal da lâmpada se o circuito astivar am ordem. Se o laitor possuir um voltimatro poderá varificar se o aparelho astá recebendo sua alimantação normal.

A fonta poderá ser usada pare alimantar rádios de 1, 2, 3 , 4 , 6 e 8 pilhas, pequenos gravadoras, furadeiras de 12 V x 1 A para circuitos impressos, motores elétricos de brinquados (autoramas até 1 A), lâmpadas, aparelhos axperimantaia, atc.

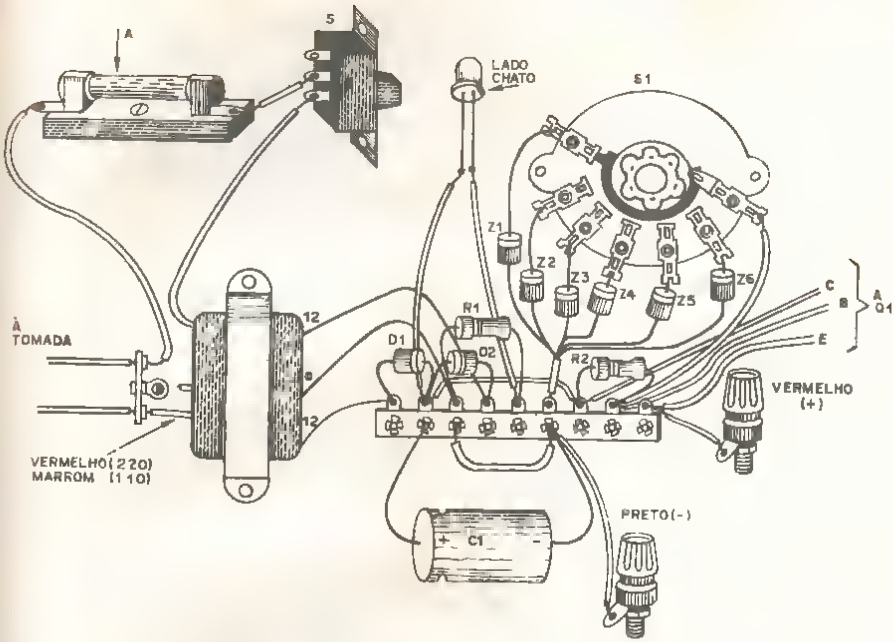
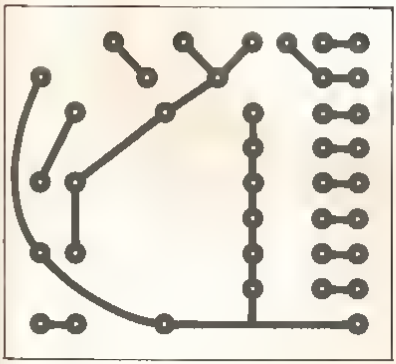


figura 10



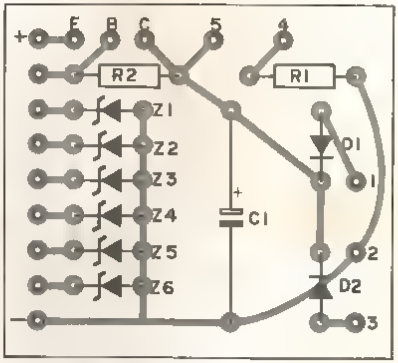


figura 11

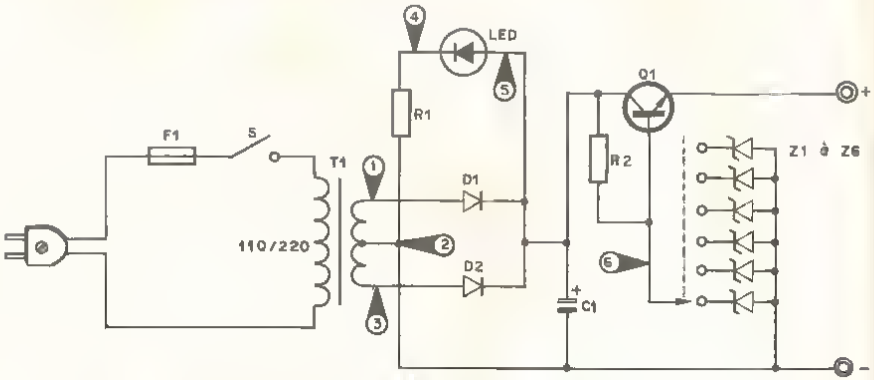


figura 12

LISTA DE MATERIAL

T1 - Transformador de alimentação: primário de 110/220 V e secundário de 12 V x 1 A

Q1 - Transistor 2N3055 ou equivalente (ver texto)

D1, D2 - diodos 1N4001, 1N4002, BY127 ou equivalente (50 V x 1A)

Z1 - diodo zener para 2,1 V x 400 mW

Z2 - diodo zener para 3,6 V x 400 mW

Z3 - diodo zener para 5,1 V x 400 mW

Z4 - diodo zener para 6,8 V x 400 mW

Z5 - diodo zener para 10 V x 400 mW

Z6 - diodo zener para 13 V x 400 mW

R1 - 330 ohms x 1/2 W - resistor (laranja, laranja, marrom)

R2 - 470 ohms x 1/2 W - resistor (amarelo, violeta, marrom)

C1 - capacitor eletrolítico 1000 µF x 16 V

LED - diodo emissor de luz vermelha

S1 - interruptor simples

F1 - fusível de 1 A

S2 - Chave comutadora de 1 polo x 6 posições

Diversos: suporte para fusível, bornes isolados (vermelho, preto), ponte de terminais, botão para a chave de 1 polo x 6 posições, caixa para alojar o aparelho, cabo de alimentação, etc.

TESTE DE CINESCÓPIOS DynaTech

Mod. TR.3

Testa restaura e indica a vida útil aproximada do tubo de televisores a cores e preto e branco.
Fácil operação, uso universal, proteção contra curto circuito no TRC
Alimentação: 110/220 volts

À venda em todas a boas lojas do ramo.

Fabricado por: BLUCIL INDUSTRIA E COMÉRCIO LTDA. - Fone - 222 6122

CARACTERÍSTICAS DOS OPERADORES LÓGICOS

Aquilino R. Leal

II — (CONCLUSÃO)

A TEXAS lançou no mercado a famosa série 54/74 que, indubitavelmente, em matéria de circuitos integrados monolíticos, é a que se vende mais. A série 54L/74L basicamente é igual à anterior exceto no seu consumo que é de 1mW mas, o tempo de propagação passa a ser 33ns e a imunidade ao ruído é 1,0 volt (constante).

Outra variante desta família é a variante rápida - 54H/74H - que apresenta uma configuração semelhante às primeiras portas desta família criadas pela TEXAS: o seu tempo de propagação é de 6ns e o seu consumo (elevado) é de 22mW.

Além das séries 54/74 de TEXAS, outras séries famosas foram produzidas por outros fabricantes, cada uma apresentando melhoria em alguma característica em relação as demais. Dentre estas podemos citar, a título de exemplo:

- série TT uL 9000 - FAIRCHILD;
- série T100 - SIGNECTICS;
- série MTTL I, II e III - MOTOROLA
- série SUHL I e II - SYLVANIA

Todas as famílias anteriormente estudadas são de lógica saturada isto é, o transistor é levado à região de saturação. Dentre as três lógicas ou famílias RTL, DTL e TTL, apenas a primeira é considerada como lógica à injeção de corrente, isto é, a saída da porta fornece corrente à porta comandada; as outras duas lógicas e suas variantes são à extração de corrente pois a saída da porta extrai corrente de porta comandada, isto permite que se verifique uma associação entre estas duas lógicas - DTL e TTL.

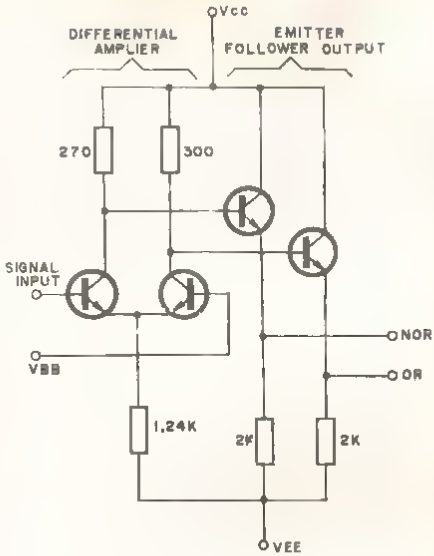
Para acentuar ainda mais a compatibilidade DTL/TTL alguns fabricantes conservam da última, o transistor multiemissor eliminando, porém, a montagem "totem pole" de forma a permitir a função gratuita.

Os circuitos de lógica bipolar são divididos em duas categorias: lógicas saturadas e não saturadas acopladas e modo de corrente, designada pela sigla CML ("Current Mode Logic") pois o estágio de entrada é constituído por uma fonte de corrente constante comutada, através de dois resistores de coletor, pelas entradas dos níveis lógicos "0" e "1".

A lógica e modo de corrente permite velocidades da comutação mais rápidas pois baseia-se no princípio de limitar a excursão, em tensão, dos transistores, evitando-se a polarização inversa e a região de saturação, resultando daí, uma redução do tempo de "entrada de tensão" (turn-on) e a eliminação do retardo de "tomada de carga".

A MOTOROLA em 1962 lançou no mercado a série MECL I ("Motorola Emitter Coupled Logic"); anos depois melhorou esta série, designando-a por MECL II; em 1968 a própria MOTOROLA lançava no mercado a série MECL III que indubitavelmente apresenta substanciais melhoras sobre as duas anteriores.

A figura 21 mostra o operador fundamental da série MECL I cujo circuito foi extraído do livro "MECL integrated circuits - Data book", página 1-8 segunda edição. A sua entrada é, basicamente, um amplificador diferencial; as saídas, na configuração seguidor de emissor, fornecem níveis contínuos da tensão o que provoca um elevado FAN-OUT além do tempo de subida ser rápido para cargas capacitivas em virtude de baixa impedância de saída apresentada pelo circuito seguidor de emissor. Esta configuração exige uma tensão de



Vcc , NORMALMENTE , "TERRA"

$V_{EE} = -5,2$ VOLTS

$V_{BB} = -1,15V$ A $-1,30V$

Figura 21 - Operador fundamantal MECL I.

rafarêncie aplicada sobre um dos lados do amplificador diferencial com a ajuda de um circuito regulador axtamo conactado à alimentação; esta polarização é sempra a meio caminho da axcursão lógica (aprox. 800mV) correspondente ã trensição antre os dois estados binárioa; e fonte deva garantir o bom funcionamento do CI para variações de temperatura a de tensão de alimentação.

Uma das caractarlaticaa interessantes desta lógica é o funcionamento de duas saídas complamentárias.

A estrutura do circuito de base não gera ruídos da origem interna sobre a linha de alimentação e conexões à masaa como é o caso da configuração da família TTL; no entanto a proteção às parturbaçõas de origem externa (imunidade ao ruido) é bastanta pracária devido à baixa excursão lógica cujos valores típicos são: para nível baixo, - 1,75 volta; para nival alto, - 0,9 volt.

A série MECL II é samalhanta à primeira (MECL I) exceto qua a fonta de tansão da referência foi incluída na pastilha do CI. Esta aérie, lançeda em 1966, pode menusear fraquências de, até, 200MHz.

A fim de diminuir o tempo da propagação das duas primeiras séries (8na para a séria MECL I a 4ns pare a MECL II) a MOTOROLA em 1968 lançou e série MECL III, cujo tempo de propagação é da ordem da 1ns podendo manipuler frequências da, até, 500MHz dapandendo do operador lógico. A figura 22 mostra os circuitos dos operadoras fundementais da cada uma dassas séries, extraídos da rafarência citada antariormanta.

A FAIRCHILD em 1965 introduziu no mercado a lógica a transistor complamantar - CTL ou CT μL: "Complemantary Transistor Micro Logic" que pode sar agrupada no grupo à modo de corrente.

Esta última família a e anterior serão o estudo que iramoa realizar.

FAMÍLIA ECL

Esta família recorre a uma técnice de comando ou pilotagam por corrente como já vimos; isto aquivale a dizer que a comutação de corrente é faita por intermédio da pequenoa comandos da tansão; emprega uma granda quantidade de transiatores isto se deve ao feto de empregar transistores am lugar da diodos a resistores.

A família ECL utiliza uma entrada da alta impedância (antreda a amplificador diferencial) propiciando uma boa inaansibilidade ãs flutuaçõaa de alimentação. A pequena impedância da aaída acarreta que sau FAN-OUT se situe am torno de 20. Os resistores aão calculados de forma tal a eliminar a saturação doa transistores, o qua elimina o tempo de armazenamento.

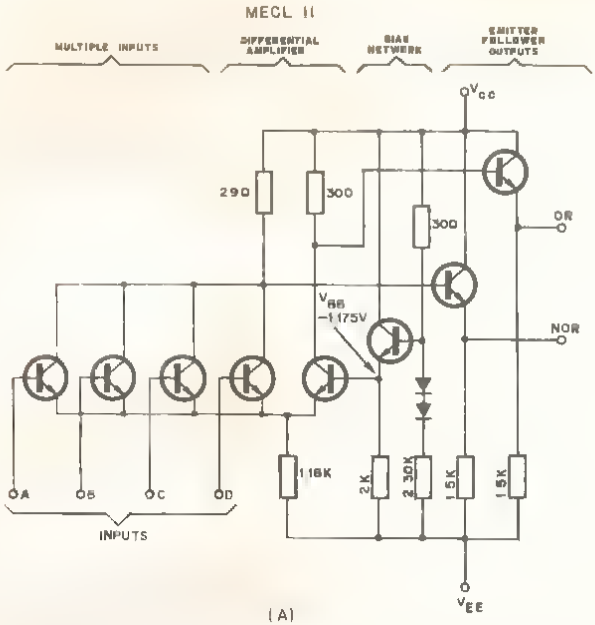
Passemos à descrição do circuito da figura 23, que nada mais é do que operador MECL I da figura 21.

Ouando sa aplica à entrada a do operador o nível lógico L (-1,55 volts), em lógica positive, o transistor T1 não conduz como varemos adiante, a tensão V_A, isto é, no ponto A, é igual à quada de tensão V_{BE} com relação a V_{BB}, ou seja:

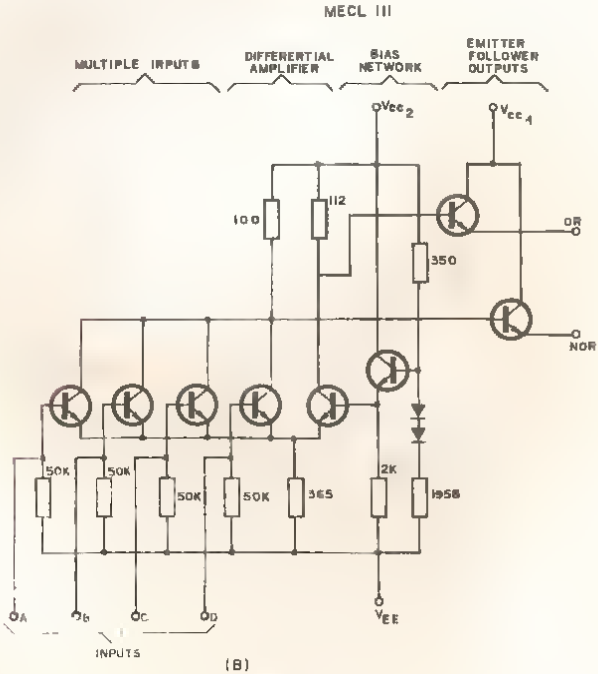
$V_A = V_{BB} - V_{BE} = 1,15 - 0,75 = -1,90$ volts

A tansão basa-emiasor (V_{BE}) do transistor T1 é, antão, determinada por:

$V_{BE} = V_{IL} - V_A = -(-1,9) = 0,35$ volts, o que é inauficiente para permitir qualquer passagem de corrente atravéa da T1.


MECL II
MULTIPLE INPUTS
DIFFERENTIAL AMPLIFIER
BIAS NETWORK
EMITTER FOLLOWER OUTPUTS
Vcc
290
300
300
OR
NOR
VBB
-1.175V
1.18K
2K
2.30K
1.5K
1.5K
A
B
C
D
INPUTS
VEE

(A)


MECL III
MULTIPLE INPUTS
DIFFERENTIAL AMPLIFIER
BIAS NETWORK
EMITTER FOLLOWER OUTPUTS
Vcc2
Vcc1
100
112
OR
350
NOR
50K
50K
50K
50K
365
2K
195B
A
B
C
D
INPUTS
VEE

(B)

Figura 22

Os reaistores R2 e R3 são tais que se tem $V_B = -0{,}8$ volts e, então, o transistor T2 estará conduzindo; a corrente que por ele circula é calculada como:

$$VEE - I.R3 - VA = 0 \Rightarrow I = \frac{V_{EE} - V_A}{R3} = \frac{-5{,}2 - (-1{,}9)}{1{,}24} \text{ mA ou, } |I| \simeq 2{,}661 \text{mA}$$

então:

$V_B = I.R2 = -2{,}661.10^{-3} \times 300 \simeq -0{,}798$ volts, aproximadamente, - 0,8 volts como haviamoa dito acima.

Oe acordo com os resultados acima e ainda porque os tranaiatores T3 e T4 são montados na configuração seguidos de emisaor, as suas saidas NOR e OR são iguais ás tensões respectivas de base, com uma diferença de 0,75 volts (V_{BE}) ou seja:

- pera a saida NOR

$V_{NOR} = V_C - V_{BE} = 0 - 0{,}75 = -0{,}75$ volts — nível H em lógice positiva

- para a salda OR

$V_{OR} = V_B - V_{BE} = -0{,}8 - 0{,}75 = -1{,}55$ volts — nível L em lógica positiva

Apliquemos agora á entrade do circuito (figure 23) um sinel lógice H, isto é, - 0,75 volta, então:

$V_A = V_{IN} - V_{BE} = 0{,}75 - 0{,}75 = 1{,}50$ volts

A tensão V_{BE} do transistor T2 sará de 0,35 volts (1,50 - 1,15) o que implica na não condução deate transistor e portento $V_B = 0$.

Por outro lado a corrente I que circule pelo transistor T1 é:

$$VEE - I.R3 - VA = 0 \Rightarrow I = \frac{V_{EE} - V_A}{R3} = \frac{-5{,}2 - (1{,}5)}{R3} \text{ mA ou, } |I| = 2{,}984\text{mA}$$

A tansão de coletor deste tranaiator é:

$V_C = I.R1 = -2{,}984.10^{-3} \times 270 \simeq -0{,}808$ volt, aproximadamente, - 0,8 volt.

Posto isto, as tenaões de saída NOR e OR neste caso, velem:

$V_{NOR} = V_C - V_{BE} = -0{,}8 - 0{,}75 = -1{,}55$ volts — nível L em lógica positiva

$V_{OR} = V_B - V_{BE} = 0 - 0{,}75 = -0{,}75$ volt — nível H em lógica positiva

Os resultados acima nos mostrem que o consumo, em corrente do circuito é o mesmo para um ou outro estado lógico de entrada. Esta característica é importante

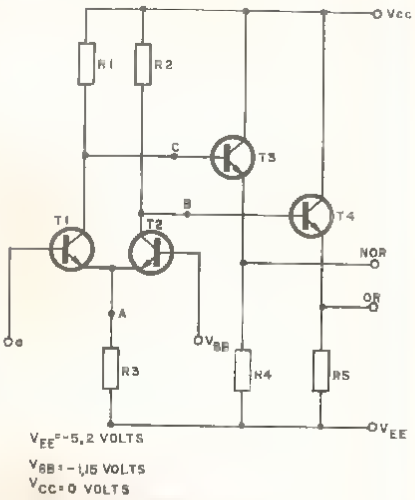


Figura 23

pois minimiza as flutuações de corrente na fonte de alimentação.

A vantagem epresentada por ter-se V_{CC} com o mesmo potencial de messa é a de minimizar os ruidos; todo ruído sobre V_{EE} será atenuado cerca de 5 vezes devido á relação entre R3 e R1 e, entre, R3 e R2 enquanto a probabilidede de surgir ruido sobre a linha V_{CC} é mínima. Outra vantagem de V_{CC} ter o mesmo potencial de massa é que a saida de porta pode ser curto-circuitada à massa sem haver um excesaivo consumo de corrente.

Não é necessário dizer que a velocidade desta lógica é superior á des outras já vistas, devido serem rápidos os estágios empregados; a sua entrada com alta impedância permite conetar um grande número de circuitos à sua entrada - a capecitância de entrada é da ordem de alguns picofarads.

Oevido à sua configuração de saída, esta familia permite realizar a função gratuita: cada vez que uma (ou meis) saída passa ao nivel H todas as masmas saides se situarão neste estedo.

Outra grande vantagem desta famllie é a presença das dues saidas complementárias que evita circuitos complementares para realizar e função inversora.

Praticamente, não existe grande diferença entre a série MECL I e a MECL II a não aer que a aegunda, como já dissemos, dispensa a fonte V_{BB}, é mais veloz que a

primeire e o seu consumo, também constante é menor: em torno de 100mW pere a série MECL I e 80mW, em médie, para e MECL II.

A série MECL III, das três, é a mais rápida, eliás é a mais rápide familia do mercado - aproximedemente um nanosegundo; seu consumo em vazio, isto é, sem resistor de coletor é da ordem de 55mW, com ume cerga de 500 Ω o seu consumo ae eleva para 90mW eproximedamente.

Em rezão de sua banda passente, os circuitos de série MECL III são previstoa para atacer es linhaa de 50 Ω de impedância caracteristica.

O elemento fundamentel da série MECL III é a duple porte OR/NOR e quatro entrades (figura 22-B); e descrição do aeu funcionamento assim como do circuito fundemantal da série MECL II (figure 22-A) á enáloga à descrita pera e série MECL I e, no demais, as caracteríeticaa básicas fundamentais são, em princípio, as mesmas das outras duas séries: MECL I e MECL II.

FAMÍLIA CTL ("Complementery Transistor Logic").

Como já foi dito anteriormente, esta família foi introduzida no mercedo pele FAIRCHILD; é uma família e modo de corrente (CML) sendo caracterizada por um tempo de propegação de 3ns pera o seu operedor fundamental mostrado ne figure 24. A uma simplas inspeção do circuito do seu operador verifice-se o porque da sua denominação: emprega transistores NPN e PNP - transistores complemenetere.

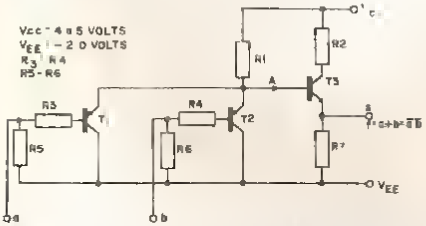


Figura 24 - Operador OR da família CTL

Em verdade, a série produzida pela FAIRCHILD recebeu a denominação CTμL. Seu operador fundamental é ume porta E/OU (AND/OR) que assume e função E em lógice negativa e a OU em lógica positiva (figura 24). As entradas, constituidas por transistores PNP são atacades em base pelos sinais de entrada após passarem por uma malhe resistive; os emissores (transistores T1 e T2) são conectados a ume tensão positiva V_{CC} atravás de um único resistor (R1) enquanto os coletores estão ligados a uma tensão negative (V_{EE}) diretemente. O trensistor da aeída (T3) é um NPN iguelmente montado em seguidor de emissor. Devido à sue polerização, todos os aatégios estão sempre ne condição de condução. Pere que e seíde seja alte, todas as entrades devem ester eltas. A montagem em coletor comum explice bem o porque da não inversão de sinel.

Esta família permite a função gretuite iato é: podem ser ligadas as saldes de diversos operadores a um único ponto.

Pera eviter quelquer fechemento da malha intempestivo, um circuito de polerização integrado à pastilha pode ser colocado em funcionamento, permitindo regular a tenaão da saída, em particuler, quando diversos operedorea são reelizedos nume única pastilha. Eate circuito pode ser visto na figura 25; o trensistor multi-emissor T'1 garante uma referência estável einde que e corrente venhe variar, ceda um

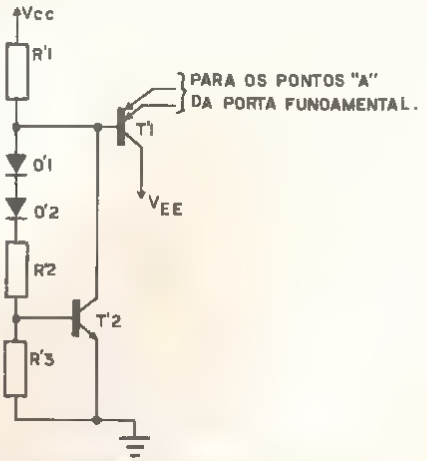


Figura 25 - Circuito de polarização do operador fundamental da família CTL.

dos seus emisasores é ligado e cade um dos pontos "A" do circuito em pauta.

OUTRAS FAMÍLIAS:

Antes de iniciar a descrição da série TTL SCHOTTKY é conveniente tecer elguns comentários a respeito do diodo SCHOTTKY.

Como sabemos, em um diodo conven-

cional, isto é, uma junção PN condutore, há ecúmulo de portadorea minoritérioe nes bordes da junção; eates portadores criam ume corrente quendo se verifice uma inversão da tensão, e o bloqueamento só pode ser feito após um determinedo tempo. O diodo SCHOTTKY sendo constituído de uma junção metel semicondutor seus portedores são elétrons não hevendo preticemente "estocagem" de carge e, portento, o tempo ecime, denominado tempo de recobrimento, nêo exiete.

A série TTL SCHOTTKY, lançeda no mercedo em 1971 pele TEXAS com a deaigneção 545/745 (SN 545/SN 745) emprega a montegem entiaaturação de Baker, iato é, um diodo de pequene tensão direta ligedo em peralelo com e bese-coletor de um trenaiator impedindo-o de saturer. O emprego de um diodo SCHOTTKY no lugar de um convencionel de germânio evita o problema de recobrimento - figura 26.

Por conatrução o diodo SCHOTTKY é confundido com e junção coletor-beae do trensistor (o conjunto é denominado trensistor SCHOTTKY) conforme se mostra na figura 26 que epresente o operedor fundamental desta série de TEXAS: um NAND. Convém comperar este circuito com o circuito de figura 18; obaerver que o transistor T4 é um trensistor convencional operendo não-seturedo ne configuração Derlington.

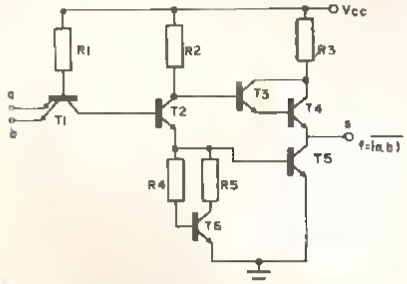


Figura 26 - Porta TTL SCHOTTKY da Texas - SN54500

Esta lógica não se enquadra na familie des lógicas não seturedes porém seu tempo de propageção é praticemente igual eo da lógice não-saturada.

As sues vantegens e desventegens sêo ea seguintea: ótima velocidede de propageção (3ns); coneumo médio, em tomo de 20mW; é compatível com as famílias TTL enteriores (54/74), não realizando e função gretuite.

Outre familia é e família MOS que emprega os conhecidos trensistores de efeito de campo FET ("Field-Effect Trensistor"). Estes trensistores sêo implementedos na tecnologia MOS ("Metal-Oxide Semicondutor"), sendo os que mais se assemelhem à velha válvule e vácuo convencionel. É carecterizedo como monopolar porque epenas os elétrons sêo portadores de cerga; o fluxo de elétrons entre os eletrodos "source" e "drein" é controledo pelo potenciel do seu "gate" — figure 27.

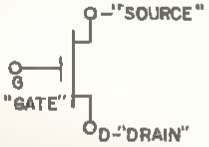


Figura 27 - Representação deum FET.

A figura 28 mostre a aplicação doe FET como circuitos lógicoa combinetórios: colocando-se oe FET em peralelo formam-se operadores NOR e colocendo-os em série, é obtido o operedor NAND; o FET 1 da figure, ligado à fonte funciona como um resistor de cerge.

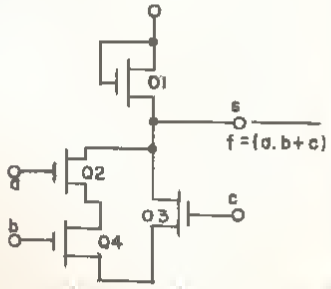


Figura 28 - Circuito combinatório com FET uma porta NAND e uma OR

A femilia MOS (lógice aeturede) epreeenta as seguintes características operecioneis.

- altissima impedância de entreda. Alguns milheres de MΩ ;
- facilidade de construção;
- beixíssimo consumo, em torno de 8mW em média;
- ótima imunidede eo ruído, de 1 e 5 volta;
- baixe velocidede;
- não é compativel com as demeis femílies;
- entrede frágil;
- manuseio delicado.

Faça você mesmo os seus CIRCUÍTOS IMPRESSOS

MALIKIT

Um completo laboratório

(Da furadeira elétrica à placa virgem)

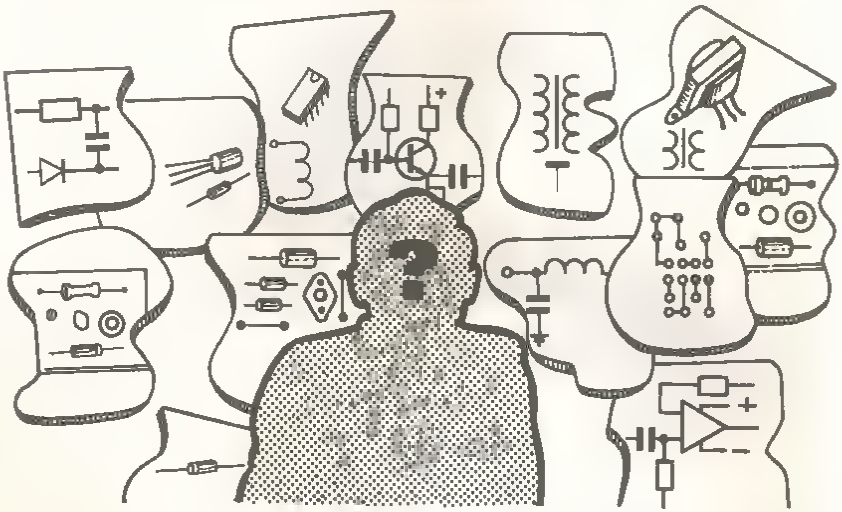
Cr$ 430,00

(sem mais despesas)

PEDIDOS PELO REEMBOLSO POSTAL À SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA
CAIXA POSTAL 50450
SÃO PAULO — SP
OU AO SEU FORNECEDOR DE MATERIAL ELETRÔNICO

SABER

CIRCUITOS IMPRESSOS CUIDADOS AO PROJETAR



Aquilino R. Leal

Um dos maiores problemas a ser resolvido pelo experimentador é o que se refere ao "layout" (lê-se "lei'aut") dos componentes sobre uma placa impreasa, ou seja, a distribuição dos componentes do projeto na placa impreasa.

Usualmente fazem-ae dois ou mais modelos grosseiros da como se apresentará a distribuição dos componentes pera, logo a seguir, realizar o derradeiro "layout". Acontece que normalmente as dimenaões reaia dos componentes não são adequadamente transferidas para o papel e muito menos deste para a placa cobreada; isto implica no não parfeito alinhamento dos furos da placa com os terminais doa componentes, e muitas das vêzes, somos forçados a realizar novos furos ou alargar os já existentes para que o componente se encaixe de uma forma justa e perfeita na placa. Com isto a apresentação fica deficiente, isto sem levar em consideração o fato de fazermos diversas ligações com fio rígido, interligando os terminaia dos componentes com o filata da cobra do local onde o mesmo deveria ter sido inserido se, realmenta, sua "aparência" física fosse aquela que transcrevemos para a placa.

Tratando-se de componentes de apenas dois terminais praticamente não existe tal problema devido á grande flexibilidade de posicionamanto aprasentada pelos mesmos; paralelamente possibilitam a realização de filates de cobre, na placa, "abaixo" dos mesmos conforme pode ser observado na figura 1 onde poderamos ver váriaa opçõas usuais para a localização de tais componentes na placa — notar que os terminais não nacessariamente apresentam o masmo comprimento em amboa lados, podendo, inclusive, aeram poaicionados verticalmente.

Para os componentes de três terminais como os transistores, SCRa, TRIACs, etc., a distribuição a a perfeita localização na

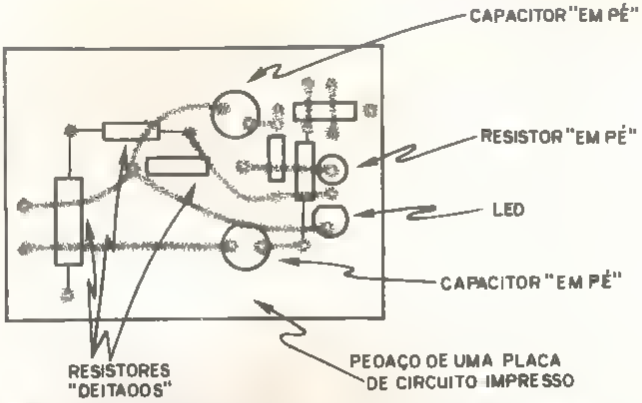


Fig. 1 - Placa impressa vista pelo lado dos componentes. Observar a "Versatilidade" oferecida pelos componentes de dois terminais e os filetas de cobre (linhas grossas e mais claras), passando abaixo dos mesmos.

placa, torna-se mais crítica devido à pouca "mobilidade" de seus lides; para o caso particular dos transistores, por exemplo, qualquer variação de localização relativa entre dois de seus terminais, digamos, coletor e emissor, irá acarretar no não posicionamento do terceiro terminal, no caso, a base. Se o transistor for de baixa e média potência (na maioria dos casos o encapsulamento é do tipo TO) temos uma certa flexibilidade pois seus terminais são constituídos por fios relativamente longos e ainda que sejam rígidos permitem, até certos limites, o deslocamento de um de seus terminais (ou de todos) na placa cobreada — aliás isto se verifica para qualquer semicondutor que apresente um dos encapsulamentos mostrados na figura 2 ou, ainda, para qualquer dispositivo em que seus terminais sejam constituídos de

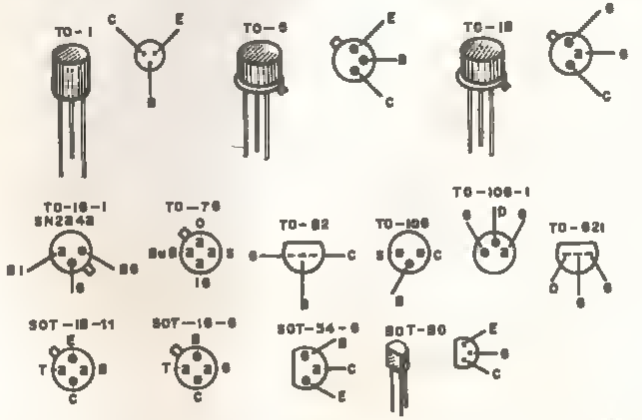


Fig. 2 - Tipos de encapsulamentos que oferecem maior "mobilidade".

fios, propriamente ditos, de certo comprimento (da ordem de 1, ou mais, centímetros); quanto maior for este comprimento maior será a tolerância permissível dos furos da placa. Obviamente para os encapsulamentos do tipo TO e SOT mostrados na figura 3 a flexibilidade é reduzida pois estes terminais são, normalmente bastante rígidos, não permitindo grandes deslocamentos laterais. Para os transistores (ou

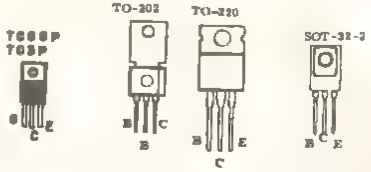


Fig. 3 - Encapsulamentos que oferecem pouca flexibilidade em seus terminais.

outro qualquer tipo de semicondutor) que apresentam os encapsulamentos mostrados na figura 4 deveremos tomar todos as precauções possíveis: qualquer desvio de furação destinada para eles na placa irá acarretar sérios males e quando não a inutilização da mesma, infelizmente isto é o que acontece mais amiudo!

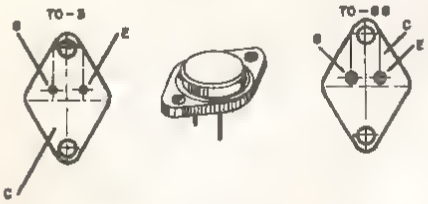


Fig. 4 - Estes encapsulamentos não permitem mobilidade em seus terminais.

Não só os semicondutores geram estes problemas: os relés para circuito impresso são um outro exemplo típico (qualquer variação nos furos da placa, impossibilitará que o relé seja e ela interligado e não adianta querer forçá-lo e "entrar" nos furos, pois estas medidas, certamente, trarão graves consequências ao componente), os próprios transformadores, as pontes retificadoras integradas, etc. são outros exemplos típicos. Porém, de todos os componentes, os mais críticos são os integrados devido à grande quantidade de terminais de que são dotados (normalmente 14 ou 16); qualquer desvio na marcação e/ou furação, de apenas um delas, na placa, trará sérias consequências tanto para o componente como para a apresentação da placa — felizmente, para estes, dispomos da decalques ácido-resistentes sem os quais seria impossível a realização prática de uma placa impressa pelos métodos convencionais conhecidos da maioria.

Numa montagem não nos daparemos unicamente com o problema de não coincidência dos terminais com os furos de placa, um outro problema é o "layout", ao qual nos referimos anteriormente; por motivos de ordem econômica ou, devido á falta de espaço, somos forçados a empregar placas de dimensões reduzidas; qualquer variação física dos componentes fará com que tenhamos de aumentar o tamanho da placa e como esta está, usualmente, destinada para uma certa caixa, somos forçados a refazer todo o circuito, retirando os decalques ácido-resistentes da placa que já havíamos preparado!

Outra dificuldade é a de "transcrever" para a placa as dimensões corretas do componente assim como os locais onde se devem realizar os furos para os terminais do mesmo.

Muitas são as "técnicas" empregadas para "preparar" uma placa e muito mais são as publicações efetuadas sobre este tema em revistas técnicas nacionais e/ou estrangeiras. No meu caso, em particular, empreguei durante muito tempo a "técnica do papelão" que consiste em inserir num pedaço de cartolina (ou papelão) os componentes constituintes do projeto, obedecendo uma distribuição previamente analisada com as dimensões dos componentes aproximados. Este procedimento apresenta vários inconvenientes, a saber:

— para circuitos de médio e grande porte (projetos mais complexos) torna-se difícil, até mesmo impossível, prever todas as ligações entre componentes sem haver cruzamento entre os filetes de cobre de placa;

— normalmente ficavam faltando furos para a conexão de fios auxiliares;

— a mão de obra dispensada é grande: toda vez que inserimos um componente no papelão teremos de furá-lo com um alfinete nos devidos locais;

— a constante mudança de lugar dos componentes na cartolina, com o intuito de melhorar o "layout" acaba por danificá-la a ponto de estarmos impossibilitados de realizar mais furos e, em consequência, teremos de preparar outra cartolina virgem, passando para esta todos os pontos (furos) que com certeza não sofrerão mais alterações, para, depois,

detarminar o poaicionamento das demais "peças";

— para o caso da Cla (circuitos intagrados) o procadimento é desesperador e praticamente inaplicável, etc.

Uma vez consaguida (isto é, quando se consegue!) a distribuição coerante dos componantas na "placa" de papalão, taramos de transcrever TODAS, as distâncias para a placa cobraada! Era um tal de mede aqui, mada acolá capaz de tornar o mais são mantal no maior louco! (ultimamente eu vinha "apelando" papel milimetrado para o "transporte", porém, infelizmente, confunde bastante devido ao cansaço visual que provoca, maia hora após... confundem-sa milimetros com centlmatros a vice-versa!)

Para contornar astas pormenores tive de parar para pensar um pouco no assunto até chegar a um resultado que, realmanta, "funciona"! Proporciona um remanejamanto de componentes sem maiores dificuldades, fornecendo, paralalamente, os espaços em que sa poda realizar uma ligação(filete) na placa cobreada! A fim de "aliviar a dor" dos projatistas de placas transcravo o método que atualmente vanho ampragando para a confecção de minhas placas impresaas pelo procasso convencional, à basa da habilidada manual a artasanato!

Com o auxílio da uma folha de papel bem limpa e não pautada, inserimos, um a um, os componantes do circuito teórico na mesma, procurando deixar um espaço razoável entre os componentes adjacentes.A saguir dobramos a folha acompanhando perfeitamente o contorno da estrutura física do componante que está em contato com a referida folha de forma tal que esta tende a cobri-lo ainda que parcialmante (tomar cuidado para que os furos na folha não sejam "arrombados" devido ao movimento dests ou do componanta); fazar a marcação doa furos de fixação (quando os houvar), na folha, por meio de um lápis preto de ponta longa e "macia". Após a extração do componente, riscar á mão livre o contorno marcado na folha, NO LADO CONTRÁRIO AO DO COMPONENTE e am cada furo raalizar uma pequena "bolinha" com a ajuda do lápis preto (não esquecando de "passar" os furos da fixação do componente á placa, caso astas axistam, como é o csso dos transistores que apresentam o anvólucro mostrado na fig. 4). Caso tivéssamos exacutando este procedimento para o transistor mostrado na figura 4, obtaríamos, am primaira aproximação, um dos dois desenhos lateraís indicados nasta figura

Uma vez realizado esta procedimento para TODOS (*) os componentes do circuito basta tirar uma ou dues cópias do original e recortar cada desanho o mais próximo possival da sua linha periférica e aí teremos os componentes, em tamanho real, vistos por baixo com as devidas indicações de onde se localizarão os furos. Através de uma outra folha iremos paulatinamente colando á mesma, as "cópias" dos componentes, da melhor maneira possível, da forma a não havar cruzamento de filetes de cobre - observar que poderemos passar os "filetes" entre dois furos ou mesmo "por baixo" do componenta (vida figura 1). Aconsalha-se fazar os desenhos dos filetes com lápis (é fácil de apagar, né?). Uma vez raalizado o "layout" total teramos a configuração, em tamanho real, da placa (vista pelo lado cobreado) assim como a distribuição dos componantes na mesma, também em tamanho real!

Convém, antes de fazer a transcrição para a placa, revisar todo o circuito criado com o circuito taórico do projeto; para malhor visualização é recomendável redasanhar os "filetes" com uma caneta "hidrocor" em cor viva (vermelho ou laranja) chamando a si toda a atenção.

A transcrição para a placa é conseguida "tirando-sa" uma cópia (xerox) da "placa" confeccionada pelo procasso acima; fixando asta cópia à placa cobreada (pelo lado do cobre) por meio de "fita durex" e com o auxílio da um punção fino, MARCAMDS TODOS os furos axistentes no "xerox" na placa cobreada. Após iato retiramos a cópia e interligamos astes pontos (marcas deixadas pelo punção no cobre) com decalquas ácido-rasistentes adaquados para cada ligação OBEDECENDO RIGDROSAMENTE à disposição realizada no original através da caneta "hidrocor" (lambrar qua os furos da fixa-

ção dos componentes são de maior diâmetro que os demais).
Quanto à "técnica" da extração do cobre com o conhecido percloreto de ferro deixamos a cargo do leitor pois já foram feites publicações em revistas técnicas a esse respeito.
Do resto... bom sorte e... manos dores de cabeça para o futuro!

---

* Para os CIs não há necessidade de dobrar-sa a folha, basta traçar em volta dos pinos uma "linha ratangular" situada a, aproximadamente, 2 milímetroa dos pinos da forma a envolvê-los totalmente. Pode-sa, inclusive, empreger oa decalquea especiais pera CIs em vez deste procadimento: trenscreve-se para folha a quantidade da pinoa destineda pare o integrado e a pertir deata fazemoa diversas cópies "xerox"; pera facilitar são apresentados na fig. 5 vários tipos usuais destes decalques, em tamanho natural, quam quiaer é só "tirar" cópies da página da revista e... nto! (Ume economia nêo faz mal e ninguém!).

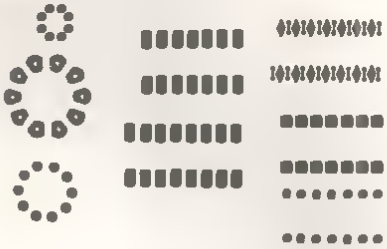


Fig. 5 - configureções ueueia para circuitoe impressoe em temenho naturei.

VOCÊ QUE JÁ COMPROU O SEU MALIKIT
FAÇA AGORA A REPOSIÇÃO

1 Caneta p/circuito Impresso
1 Carga para a Caneta
2 Brocas p/Furadeira
1 Frasco de Pratex
1 Frasco de Percloreto
3 Placas Circuito Impresso
10 x 10 cm
Por Cr$ 250,00

Fonte para a Furadeira
(entrada 110 V Saída 12 V)
Malipower
por Cr$ 190,00

Furadeira Elétrica 12 V DC
Malidril
por Cr$ 270,00

SABER

MALITRON INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

Pedidos pelo Reembolso Postal à SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA
Caixa Postal 50450 - SP - SP

CURSO DE ELETRÔNICA ©

LIÇÃO 18

Nas lições anteriores, analisamos os principais tipos de capacitores usados em equipamentos eletrônicos, verificando como são construídos, de que modo são feitos suas especificações e o que devemos observar na sua utilização prática. Os capacitores que estudamos na ocasião, caracterizam-se por apresentarem uma determinada capacitância constante, determinada pelo processo de construção, dimensões, etc, sendo por esse motivo, denominados "capacitores fixos". Além desses existem capacitores que podem ter mudada a capacitância que representam num circuito, e estes encontram uma grande variedade de aplicações práticas em eletrônica. Desses capacitores, denominados "variáveis", falaremos nesta lição.

49. CAPACITORES QUE MUDAM DE CAPACITÂNCIA

Conforme já tivemos oportunidade de estudar em outras lições desta série, a capacitância de um capacitor está determinada pela maneira como ele é construído e pelas características do material empregado, ou em outras palavras, pelas dimensões das armaduras e sua separação, e pela natureza do dielétrico. Assim, exatamente como no caso dos resistores variáveis, os fabricantes não podem construir capacitores de todos os valores possíveis, por que a faixa dos usados na prática é muito extensa.

séries de valores

Os capacitores de mesmo modo que os resistores fixos são fabricados em séries de valores fixos de modo que, considerando a sua tolerância, toda a faixa utilizável possa ser abrangida. No caso, para os capacitores de poliester metalizado, por exemplo, costuma-se adotar as mesmas séries de algarismos que as usadas nos resistores, o que nos leva aos seguintes valores típicos:

10 kpF, 15 kpF, 22 kpF, 27 kpF, 33 kpF, 39 kpF, etc ou
100 kpF, 150 kpF, 220 kpF, 270 kpF, 330 kpF, 390 kpF, etc

Para o caso de outros tipos de capacitores podemos citar séries de valores como:

0,01 µF, 0,02 µF, 0,05 µF, 0,1 µF, 0,2 µF, 0,5 µF etc

valores exatos

Em muitas aplicações práticas, entretanto, o ponto exato em que se obtem o funcionamento desejado de um circuito não é obtido com um valor existente de capacitor. Pode ocorrer que o ajuste de um circuito ocorra quando a sua capacitância for 0,157 pF ou ainda 12,34 pF. Naturalmente nestes casos não podemos ficar experimentando capacitores fixos em torno desse valor até encontrar um que "funcione".

Como no caso dos resistores, temos preferência em utilizar nestes casos, um capacitor que possa ter sua capacitância alte-

rada com facilidade entre dois valores pré-determinados de modo que possamos alcançar experimentalmente com facilidade, o valor que leve o circuito ao funcionamento desejado. Usamos para esta finalidade, capacitores cuja capacitância possa ser modificada por nossa vontade, ou seja capacitores denominados variáveis.

capacitores variáveis

Antes de entrarmos em detalhes construtivos dos capacitores variáveis, devemos mostrar aos leitores que existe uma simbologia para se diferenciar um capacitor variável de um capacitor fixo, do mesmo modo que existe uma simbologia para diferenciar um resistor variável de um resistor fixo. O leitor deve se acostumar a observar bem esta simbologia se quiser interpretar corretamente os diagramas.

simbologia

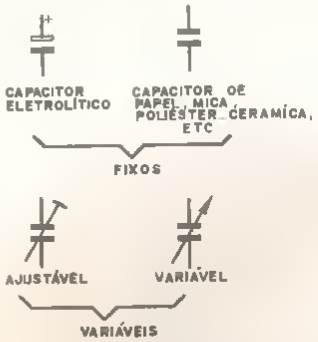


figura 201

Vemos por meio desta simbologia que usamos símbolos diferentes para os capacitores fixos do tipo polarizado (eletrolíticos), em que deve ser observado o modo de ligação e para os capacitores do tipo fixo sem polaridade (mica, poliéster, papel, etc.). Do mesmo modo, diferenciamos os capacitores variáveis propriamente ditos dos capacitores ajustáveis (trimmers e padders).

Diversas são as maneiras segundo as quais podemos variar por meio de uma ação externa a capacitância de um capacitor. Podemos, por exemplo alterar a distância de separação entre as armaduras, deslocando uma delas, ou um conjunto delas por meio de um parafuso. Conforme sabemos, se aproximarmos uma armadura da outra a capacitância aumenta, enquanto que afastando uma da outra a capacitância diminui. Na figura damos um exemplo de como isso pode ser feito na prática.

processos de variação

distância

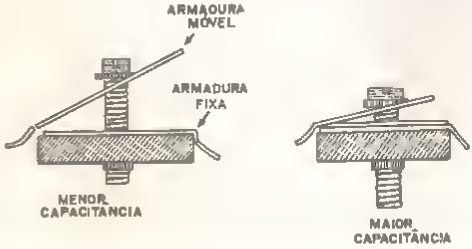


figura 202

Outro processo de se alterar a capacitância de um capacitor consiste em se realizar o deslocamento paralelo de um conjunto de armaduras em relação ao outro Isso quer dizer que a capacitância e variada pela alteração da superfície efetiva das armaduras

superfície efetiva

No caso dos capacitores denominados variáveis um conjunto de armaduras permanece fixo, enquanto que o outro conjunto é preso a um eixo de modo a poder deslocar-se paralelamente ao primeiro Girando-se esse eixo pode-se alterar a superfície segundo a qual um conjunto de placas se defronta com o outro e com isso a capacitância do dispositivo

Quando a superfície efetiva é menor ou seja, as placas móveis se encontram totalmente fora do conjunto de placas fixas a capacitância e mínima enquanto que quando o conjunto de placas móveis se encontra totalmente dentro do conjunto de placas fixas, a superfície efetiva é maior e consequentemente a capacitância do dispositivo Perceba o leitor que um conjunto de armaduras de modo algum pode ter contecto elétrico com o outro conjunto Em alguns tipos de capacitores a separação das placas e feita apenas pelo ar, enquanto que em outros existem finas folhas de plástico entre as armaduras de modo e prover o isolamento entre elas Na figura temos ilustrado o que explicamos

maior e menor capacitância

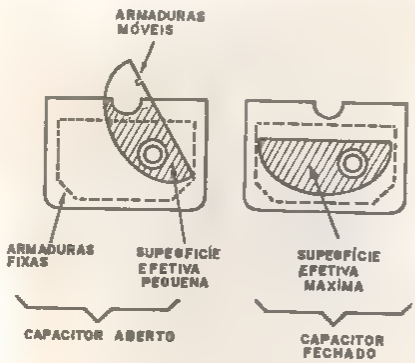


figura 203

Conforme os leitores verão os capacitores são componentes básicos dos circuitos osciladores, ou seja, dos circuitos que produzem sons e sinais de rádio, sendo as frequências desses sons e dos sinais determinadas pelos seus valores. Do mesmo modo são usados em circuitos receptores determinando a frequência da estação que está sendo recebida Isso significa que podemos encontrar estes capacitores variáveis numa variedade muito grande de equipamentos eletrônicos como por exemplo rádios, televisores, transmissores instrumentos de laboratório etc Podemos para ilustrar a importância destes capacitores dizer que a mudança de estações de um rádio comum é feita por um capacitor desse tipo do mesmo modo que o ajuste de muitos tipos de transmissores (veja por exemplo o micro-transmis-

Usos

sor de FM revista 54, 55 e 56) em que o ajuste de sua frequência é feito por meio de um capacitor ajustável do tipo "trimmer"

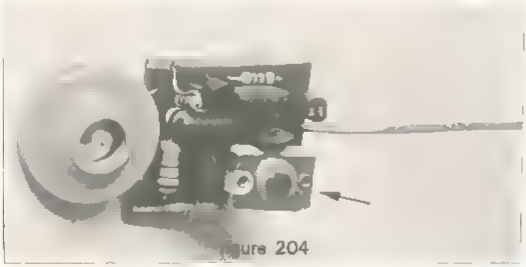


figura 204

Os capacitores do tipo variável e do tipo ajustável são capacitores de pequenas capacitâncies, ou seja, de valores baixos de capacitância por motivos construtivos Normalmente sua faixa de valores máximos de capacitância não ultrapasse os 500 pF sendo basicamente usados por esse motivo em circuitos de sintonia de frequências elevadas. Nos capacitores desse tipo devem ser observedas as seguintes caracteristicas tecnicas de sua construção que determinarão seu emprego em circuitos práticos

características técnicas

a) A separação entre as armaduras determina a máxima tensão que podem suportar esses componentes Os variáveis usados em circuitos de sintonia de rádios comuns tem uma separação da ordem de 1 ou 2 mm enquanto que os variáveis usados em transmissores que trabalham com tensões da ordem de milhares de volts tem separação entre as armaduras que superam às vezes 2 cm Veja a figura

separacão

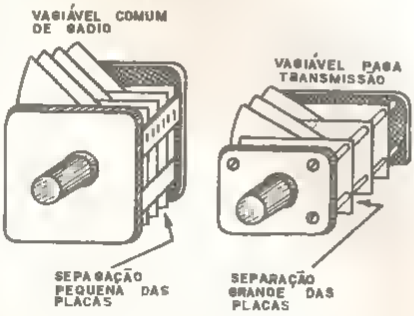


figura 205

b) A capacitância máxima é determinada pelo numero de placas seu tamanho e sua separação minima ou superficie efetiva Normalmente os capacitores tem saus valores expressos por sua máxima capacitância, havendo entretanto casos em que são especificados pela faixa de variação Podemos então dizer que queremos um capacitor de 410 pF especificando uma variável cuja capacitância com êle todo fechado seja de 410 pF ou ainda podemos pedir um capacitor de 10 100 pF referindo a um capacitor que tem sua faixa de variação de capacitância de 10 pF a 100 pF

capacitância máxima

c) Números de seções muitos fabricantes costumam para determinadas aplicações dispor de conjuntos de variáveis comandados por um mesmo eixo Esses capacitores variáveis

numero de seções

multiplos podem ter duas, três ou mais seções cujos valores podem ser os mesmos ou diferentes

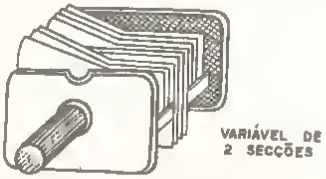


figura 206

d) Dielétrico o dielétrico dos variáveis conforme dissemos pode ser o ar ou uma fina folha de material isolante (plástico ou mica) As propriedades dielétricas do material usado determinarão não só a faixa de capacitância do capacitor como também a tensão máxima de trabalho

A seguir, damos um pequeno resumo do que foi estudado e em seguida os testes tradicionais

dieletrico

Resumo do quadro 49

- Os capacitores que apresentam uma capacitância constante são denominados capacitores fixos
- Os capacitores fixos são fabricados numa série de valores preferenciais, do mesmo modo que os resistores
- Os valores dos capacitores fixos nem sempre cobrem as necessidades práticas, principalmente quando sua aplicação é critica
- Para estes casos, são usados capacitores variáveis ou seja, capacitores que podem ter sua capacitância alterada extarnamente
- A variação da capacitância de um capacitor variável basicamente é feita de suas maneiras
- A primeira consiste na alteração da distância que separa as armaduras
- A segunda, consiste na alteração da superficie efetiva de um conjunto de armaduras, por seu deslocamento paralelo ao outro conjunto.
- Os capacitores variáveis são encontrados em circuitos de sintonia
- Os capacitores variáveis normalmente são capacitores de pequeno valor
- A separação de suas armaduras determina a tensão máxima que podem suportar
- A sua capacitância é expressa pelo seu valor máximo
- O dielétrico pode ser o próprio ar ou substância como a mica ou o plástico.

Avaliação 146

Num capacitor variável, a posição em que se obtém a maior capacitância é obtida em que condições? (assinale a alternativa correta)

a) Quando as armaduras se encontram mais afastadas
b) Quando as armaduras se encontram mais próximas
c) Quando o dielétrico é retirado
d) Quando as armaduras são curto-circuitadas

Resposta b

Explicação:

Conforme estudamos nas lições precedentes, a capacitância de um capacitor, é inversamente proporcional à distância de separação entre as armaduras, o que quer dizer que, quanto mais afastadas estiverem as armaduras menor será a capacitância. Em vista disso podemos concluir que a posição de maior capacitância corresponde ao ponto em que as armaduras do capacitor se encontram mais próximas, isso evidentemente para os capacitores em que a variação é feita pela distância. A alternativa correta de nosso teste, corresponde à letra b. Se você acertou passe ao teste seguinte, caso contrário leia novamente a lição.

Avaliação 147

Num capacitor variável, em que a alteração da capacitância é feita por meio da variação da superfície efetiva das armaduras, que influência tem o formato dessas armaduras? (Assinale a alternativa correta).

a) O formato tem influência na capacitância máxima obtida
b) O formato tem influência na capacitância mínima obtida
c) O formato influi na maneira segundo a qual a capacitância varia.
d) O formato influi na máxima tensão a que pode ser submetido o capacitor.

Resposta c

Explicação:

Já estudamos este problema, se bem que de maneira indireta. Nos capacitores do tipo indicado, a variação da capacitância é obtida pela movimentação de um conjunto de armaduras de modo a se alterar a superfície efetiva. O formato desse conjunto de armaduras móveis terá influência na maneira como a capacitância varia quando o conjunto de placas é movido. Nos tipos comerciais, o conjunto de placas tem um formato de tal maneira determinado que a variação de capacitância é aproximadamente linear, se bem que outros tipos de variação possam ser desejadas em algumas aplicações práticas. Com relação à

tensão máxima, conforme vimos, esta depende apenas de separação entre as placas e das características próprias do material usado como dielétrico. A resposta correta corresponde portanto a alternativa c. Se acertou passe ao teste seguinte. Se tem dúvida estude novamente este item.

Avaliação 148

No controle de que circuitos, podemos encontrar com bastante freqüência os capacitores variáveis? (Assinale a alternativa correta)

a) Amplificadores de áudio, telefones.
b) Transmissores de rádio, osciladores de baixas freqüências
c) Receptores de rádio, fontes de alimentação.
d) Receptores de rádio, transmissores de rádio

Resposta d

Explicação:

Normalmente os amplificadores de áudio operam com uma faixa completa de sinais não necessitando de circuitos de sintonia. Do mesmo modo as fontes de alimentação não trabalham com sinais de altas-freqüências não precisando portanto de nenhum ajuste desse tipo. Com relação aos osciladores de baixa freqüência, seu ajuste pode ser feito por meio de potenciômetros porque no caso de serem usados capacitores variáveis estes teriam de ser de valores muito elevados o que dificultaria seu emprego. Por outro lado, nos telefones, estes componentes também não são usados. Por eliminação, o leitor pode portanto concluir que os circuitos em que os capacitores variáveis podem ser encontrados com mais facilidade são os osciladores de altas freqüências dos empregados em transmissores e receptores de rádio. Se acertou passe ao quadro seguinte.

50. Capacitores ajustáveis

Os capacitores ajustáveis são normalmente utilizados em aplicações em que o ponto de funcionamento do circuito é bastante crítico em relação ao valor dos componentes, por exemplo os capacitores, e que portanto depois de montado, deva ser procedido um ajuste até se encontrar o ponto ideal de funcionamento. Por exemplo, depois de montado um receptor de rádio para "pegar" somente determinada estação, considerando as tolerâncias dos componentes e as influências do tipo de montagem que pode variar de pessoa para pessoa, dificilmente poderíamos garantir que os aparelhos pronto já funcionasse exatamente na frequência desejada sem problemas. Uma compensação das "diferenças" deve existir portanto e para esta finalidade um dos componentes mais usados é o capacitor ajustável.

Uso

Uma vez "ajustado" para o ponto certo do funcionamento, normalmente os capacitores desse tipo não mais são tocados a não ser em caso de necessidade, como por exemplo depois da troca de um componente crítico.

Temos diversos tipos de capacitores ajustáveis à nossa disposição e a sua variação segundo a aparência, faixa de valores que podem cobrir é bastante grande, se considerarmos todas as suas possibilidades de uso.

Na figura abaixo temos alguns tipos de trimmers comuns.

trimmers

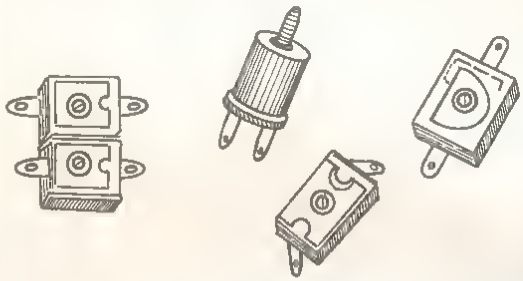


fig. 207

Para os capacitores ajustáveis mais comuns, os trimmers, que podem ser montados numa base de cerâmica ou plástico, o dielétrico consiste normalmente numa fina folha de mica. Uma das armaduras permanece junto à base de cerâmica ou plástico enquanto que a outra, dotada de uma aba, pode mover-se afastando-se ou aproximando-se da primeira. A afastamento ou aproximação dessa armadura móvel é feito por meio de um parafuso. Com o aperto do parafuso a armadura externa pode aproximar-se da armadura interna, aumentando a capacitância do dispositivo. A sua máxima capacitância é portanto obtida com o parafuso todo apertado e a mínima com o parafuso todo aberto.

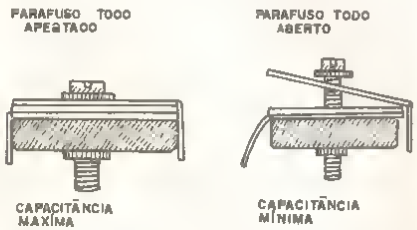


figura 208

Para os tipos mais comuns pode-se obter uma variação de capacitância entre 2 ou 3 pF e 30pF. Os circuitos de ajustes de receptores de rádio, televisores, transmissoras são os que mais utilizam este tipo de capacitor.

Um outro tipo de capacitor ajustável é o trimmer cilíndrico que é formado por dois tubos metálicos que podem se deslocar um dentro do outro, sem porém terem contacto elétrico um com o outro. O tubo interno, faz o papel da armadura interna, enquanto que o tubo externo faz o papel da armadura externa. O movimento de um dos tubos de modo a permitir a variação da capacitância por superfície efetiva, é feita girando-se um dos

trimmer cilíndrico

tubos sobre uma rosca presa no primeiro, conforme mostra a figura abaixo

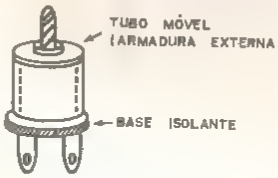


figura 209

Temos também os padders que são capacitores ajustáveis dotados de diversos armaduras ou seja, com um conjunto de armaduras positivas e um conjunto de armaduras negativas as quais são ligadas em paralelo de modo a obter-se uma capacitância relativamente grande para o componente. O seu dieletrico consiste em finas folhas de mica ou de plástico colocadas entre as armaduras de modo a isolá-las. padders

A variação da capacitância desse tipo de capacitor é obtida pelo "aperto" das armaduras por meio de um parafuso de modo a diminuir-se a distância entre as placas. Deste modo, apertando-se os seus parafusos de ajuste a distância entre as armaduras diminui e consequentemente aumenta a capacitância.

Na figura seguinte temos a aparência típica desse tipo de capacitor e uma visão "explodida" mostrando como são construídos. construção

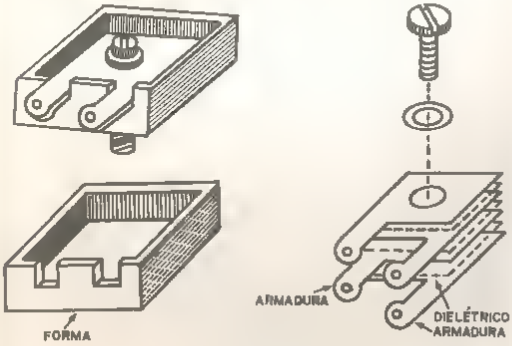


figura 210

A capacitância máxima dessa componente é determinada pelas dimensões das placas que formam as armaduras e pelo número delas. Na prática, como o padder pode ser facilmente desmontado, bastando para isso retirar o parafuso de ajuste, pode-se retirar ou acrescentar placas a vontade de modo a se obter uma faixa de capacitâncias desejada. Os tipos mais comuns existentes no mercado tem uma capacitância máxima da ordem de 300 pF ou pouco mais.

Normalmente, estes capacitores são encontrados nos circuitos de sintonia de receptores de rádio de ondas médias uso

assim como em transmissores para esta faixa, onde a baixa freqüência de operação exige o uso de capacitores de valores elevados que não poderiam ser conseguidos pelos trimmers

A fixação do padder no aparelho é feita normalmente pelo parafuso e porca já existentes em sua base

Na figura seguinte temos ilustrado o processo de fixação de um capacitor desse tipo

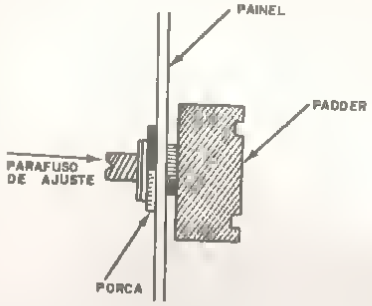


figura 211

Os capacitores padders normalmente são especificados em função de sua máxima capacitância ou da variação da capacitância. Assim, um padder de 280 pF é um componente em que a capacitância máxima obtida é de 280pF.

redução da capacitância

A partir do conhecimento do número de placas que formam as armaduras e da capacitância máxima do componente, pode-se calcular com facilidade quantas placas devem ser retiradas para se obter uma nova faixa de variação de capacitância

Por exemplo, se a capacitância máxima do componente for de 280 pF e este possuir três placas metálicas como armaduras, para reduzirmos a sua capacitância à metade, ou seja, 140 pF, devemos retirar 3 placas

Um último tipo de capacitor ajustável é o mostrado na próxima figura em que o princípio usado para a variação de capacitância é o mesmo dos variáveis comuns, ou seja, o deslocamento paralelo de um conjunto de placas móveis dentro de um conjunto de placas fixas. A variação portanto é função da superfície efetiva

trimmers profissionais

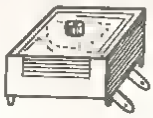


figura 212

Normalmente o dielétrico desses capacitores consiste em finas folhas plásticas, assim como sua base de montagem que pode ser do mesmo material. A variação da capacitância é feita girando-se com uma chave de fenda um parafuso que leva em seu movimento o conjunto de placas móveis. Estes capacitores podem ser encontrados nas gamas de valores de 2-20, 3-30 ou 4-40 pF

Seu uso se restringe ainda entre nós a equipamentos profissionais em que se exige maior precisão dos componentes

A seguir, um resumo deste item e os testes de avaliação

Resumo do quadro 50

- Os capacitores ajustáveis são empregados para a calibragem de circuitos de sintonia de receptores, osciladores e transmissores.
- Os trimmers comuns possuem como dielétrico uma fina folha de mica e são montados numa base de plástico ou cerâmica. Possuem apenas uma armadura positiva e uma negativa.
- A armadura móvel se desloca pela ação de um parafuso sendo normalmente ligada à terra (armadura negativa).
- A máxima capacitância é obtida com o parafuso todo apertado.
- Valores típicos de capacitância para este componente se situam na faixa que vai desde alguns pF até algumas dezenas de pF.
- No trimmer cilíndrico, as armaduras se deslocam uma sobre outra girando apoiadas num parafuso. A variação da capacitância é por superfície efetiva.
- Padders são capacitores ajustáveis dotados de diversas armaduras positivas e diversas armaduras negativas.
- Os padder por esse motivo atinge valores mais elevados que os trimmers.
- A variação de sua capacitância é feita por compressão.
- Os padders são normalmente encontrados nos circuitos de sintonia de receptores de ondas médias ou transmissores para a mesma faixa.
- Pode-se alterar a faixa de variação de capacitância de um padder pela retirada de algumas de suas placas.
- O dielétrico dos padders é formado por finas folhas de mica.
- Existem capacitores ajustáveis em que a variação da capacitância é feita por meio da alteração da superfície efetiva de um conjunto de armaduras.
- Estes capacitores podem ter capacitâncias máximas de até 40 pF.

Avaliação 149

Num trimmer comum, a máxima capacitância é obtida em que condições?
(assinale a alternativa correta)

a) quando o parafuso se encontra todo apertado
b) quando o parafuso se encontra todo desapertado
c) quando o dielétrico é retirado
d) quando as armaduras se encontram mais afastadas

resposta a

Explicação:

Conforme estudamos, a capacitância é inversamente proporcional à distância entre as armaduras. Deste modo, a capacitância é máxima quando as armaduras se encontram mais próximas, ou seja, quando o parafuso de ajuste se encontra todo apertado. A resposta correta é a correspondente à alternativa a. Se você acertou passe ao teste seguinte; se errou, estude novamente a lição.

Avaliação 150

Em que circuitos típicos podemos encontrar trimmers na função de ajuste? (Assinale a alternativa correta)

a) circuitos de sintonia de receptores e osciladores de áudio
b) circuitos de sintonia de receptores de ondas médias e curtas
c) amplificadores de áudio
d) fontes de alimentação

resposta b

Explicação:

Conforme estudamos na lição, os trimmers são encontrados com bastante frequência em circuitos ressonantes tanto de receptores como de transmissores de rádio. Se bem que frequentemente nos circuitos para a faixa de ondas médias sejam exigidos capacitores maiores (padders) em muitos casos os trimmers dão perfeitamente conta da tarefa. Os amplificadores de audio, osciladores de audio e as fontes de alimentação não utilizam capacitores ajustáveis, normalmente. A resposta corresponde a alternativa b. Se você acertou passe ao teste seguinte.

Avaliação 151

Desejando uma variação de capacitância em torno de 100 pF você certamente optará pela utilização de um: (assinale a alternativa correta)

a) capacitor eletrolítico
b) trimmer
c) padder
d) capacitor fixo

resposta c

Explicação:

A faixa de variação de cada tipo de capacitor foi estudada. Os eletrolíticos, por exemplo são capacitores fixos de grande valor, da ordem de muitos µF, não servindo portanto para a nossa finalidade. Os trimmers por outro lado em geral atingem uma capacitância máxima de apenas uma ou duas dezenas de pF. Os padders no entanto tem uma capacitância de acordo com o desejado. Em último caso, pode-se utilizar um padder maior e retirar-se algumas de suas placas. A resposta correta corresponde portanto a alternativa c.

51. A CAPACITÂNCIA DO CORPO

Quando definimos um capacitor como um dispositivo formado por suas armaduras condutoras separadas por um isolante demos ao leitor apenas a oportunidade de imaginar um componente "físico" um componente que seria adquirido numa casa de material eletrônico e que manifestaria em consequência de sua construção uma série de propriedades elétricas. No entanto agora devemos ir além e alertar os leitores que nem sempre só

físico e imaginário

componentes fabricados pelo homem manifestam as propriedades que caracterizam circuitos eletrônicos ou componentes convencionais. Este é o caso dos capacitores.

Qualquer corpo natural ou artificial que conduza de certo modo a corrente elétrica e que seja separado de outro por um meio isolante pode formar um capacitor e com isso manifestar suas propriedades. O caso mais interessante a ser analisado é o do próprio corpo humano em relação a qualquer outro condutor de corrente elétrica.

Nosso corpo é formado por sais minerais e substâncias orgânicas numa verdadeira solução condutora de corrente elétrica. Como estamos em contacto físico com a terra somos virtualmente a "armadura negativa" de um capacitor. Isso significa que ao aproximarmos a mão de um capacitor para proceder seu ajuste, estamos também alterando a capacitância que ele representa no circuito, pois na realidade estamos aproximando uma armadura negativa de suas armaduras positivas o que equivale aumentar a capacitância.

somos um capacitor

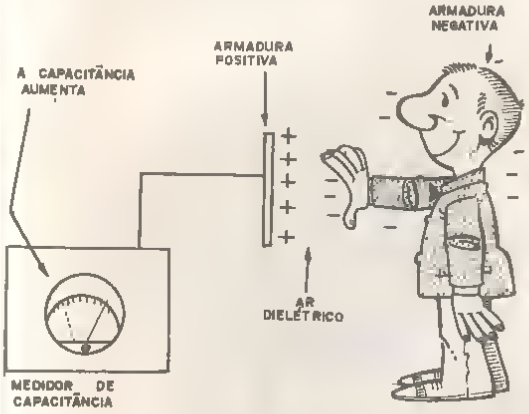


figura 213

Por esse motivo deve-se ter o máximo de cuidado em se evitar a ação de influências externas sobre circuitos que possuam capacitores sujeitos a alterações desse tipo. Para se proceder o ajuste de um rádio, por exemplo o leitor poderá verificar que a simples aproximação de mão de determinados componentes provoca mudanças que dificultam bastante os procedimentos necessários a sua colocação em seu funcionamento.

Uma chave de fenda metálica tem os mesmos efeitos devendo-se nestes casos sempre optar-se pela utilização de chaves de materiais não condutores especiais. É o caso típico do nosso Micro-transmissor de FM, em que a aproximação da mão da placa de circuito impresso pode alterar sensivelmente sua frequência de operação, tirando-o de sintonia.

Os trimmers e padders por este motivo em muitas aplicações práticas são montados em locais que possam ficar livres ao máximo de qualquer influência externa.

montagem

FERRAMENTAS USADAS PARA O AJUSTE DE TRIMERS E PADDERS.

figura 214

Um caso interessante desse efeito do corpo humano de servir, como qualquer condutor como armadura de um capacitor e portanto sua aproximação de outra armadura provocar a alteração de valor desse capacitor consiste na montagem dos chamados "detectores de aproximação" Tratam-se de circuitos que podem "perceber" a presença de uma pessoa justamente pela alteração da frequência que podem provocar quando se aproximam de uma armadura resposta em local apropriado.

detector de aproximação

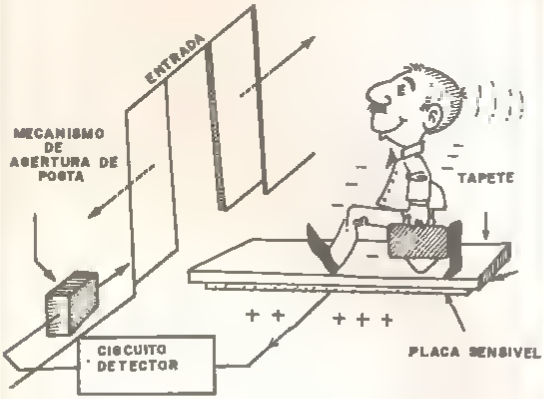


figura 215

Quando uma pessoa se aproxime de um elemento sensível, a capacitância desse capacitor aumenta, deslocando a frequência em que ele trabalha Um circuito especial acusa esse deslocamento e converte-o numa tensão capaz de acionar um relê O relê, por sua vez está ligado a um alarme que é então disparado

A seguir, um resumo deste matéria, e os testes de avaliação.

Obs.: futuramente ensinaremos os leitores a montar um detector desse tipo. No momento, acompanhando o curso não é possível dada sua complexidade relativa e ao uso de componentes que os alunos não conhecem ainda.

Resumo do quadro 51

- Dois corpos condutores separados por um corpo isolante formam um capacitor.
- Nosso corpo pode ser a armadura de um capacitor quando nos aproximamos de outro condutor
- Neste caso o dielétrico é o ar e quando a distância diminui a capacitância aumenta.
- Por esse motivo nossa aproximação de certos circuitos eletrônicos sensíveis pode lhes causar alterações no funcionamento.
- E o que ocorre quando aproximamos a mão de um capacitor ajustável para fazer o seu ajuste Nossa mão pode alterar sua capacitância
- Ferramentas de metal podem ter o mesmo efeito não devendo portanto serem usadas no ajuste de capacitores.
- Para o ajuste de capacitores são usadas ferramentas especiais feitas de materiais isolantes
- Os detectores de aproximação aproveitam esse efeito que o corpo pode ter atuando como armadura móvel de um capacitor para acusar a presença de pessoas

Avaliação 152

Que efeito pode ter a aproximação de mão de um técnico de um capacitor ao tentar fazer seu ajuste? (Assinale a alternativa correta)

a) diminui a capacitância
b) Aumenta a capacitância
c) Altera a tensão de trabalho do capacitor
d) Pode provocar a destruição de seu dielétrico

resposta b

Explicação:

Conforme já citamos várias vezes nas lições, a capacitância de um capacitor é inversamente proporcional à distância entre as suas armaduras o que significa que se aproximarmos as armaduras de um capacitor, sua capacitância aumenta O mesmo efeito é válido para o caso em que uma das armaduras corresponde à mão de uma pessoa Quando esta se aproxima do capacitor, a sua capacitância aumenta, alterando portanto sua influência no circuito Evidentemente nem a tensão de trabalho nem as características de isolamento do capacitor sofrem com esta aproximação Se você acertou passe ao teste seguinte Caso contrário, estude novamente a lição

Avaliação 153

Para ajustar os circuitos muito sujeitos à influência da mão, ou de ferramentas metálicas, devemos usar que tipo de ferramentas? (assinale a alternativa correta)

a) Ferramentas de materiais magnéticos
b) Ferramentas de alumínio
c) Ferramentas de materiais isolantes como o plástico
d) Ferramentas de vidro

resposta c

Explicação:

Evidentemente, ferramentas de materiais magnéticos, são ferramentas metálicas, condutoras e como tais provocam alterações na capacitância do capacitor. O alumínio situa-se no mesmo caso, pois também trata-se de um condutor, não podendo portanto ser usado. O vidro poderia eventualmente ser empregado, mas uma ferramenta desse material seria extremamente frágil sendo portanto impraticável sua utilização. Na prática são usadas ferramentas de madeira ou plástico, pequenas chaves de fenda desses materiais que são usadas com eficiência nesses casos. A alternativa correta corresponde à letra c. Passe ao teste seguinte.

Avaliação 154

Os detectores de aproximação podem acusar a presença de uma pessoa porque... (Complete com o que julgar correto)

a) O corpo humano emite radiações magnéticas que afetam o circuito
b) O corpo humano capta a energia do aparelho alterando sua frequência
c) O corpo humano atua como a armadura de um capacitor, alterando a frequência de funcionamento do circuito
d) O corpo humano emite eletricidade para o aparelho que a use

resposta c

Explicação:

Evidentemente, o corpo humano não emite nem capta radiações magnéticas em quantidade capaz de acionar um circuito. Os detectores de aproximação realmente funcionam pela influência que o corpo provoca nos circuitos ressonantes como placa de um capacitor. A alternativa correta corresponde portanto à letra c. Aguarde a próxima lição se acertou.

SABER